

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y TEXTIL



TESIS

**“EVALUACIÓN DEL SISTEMA DE EFLUENTES
INDUSTRIALES EN UNA PLANTA TEXTIL EN EL MARCO
DE LA PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA (P+L)”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO QUÍMICO

ELABORADO POR:

RICARDO RAMOS PÉREZ

ASESOR

ING. CÉSAR JAVIER OSORIO CARRERA

LIMA – PERÚ

2016

Dedicado sobre todo a Dios y a mis padres Petronila Pérez de Ramos y Manuel Ramos Ramos, que me brindaron todo su apoyo incondicional, cariño y motivaron en mí a alcanzar mis objetivos en mi vida personal y profesional.

Dedicado a toda mi familia.

AGRADECIMIENTO

A Dios por tantas bendiciones a lo largo de mi vida, por escuchar mis oraciones, por cuidarme siempre y por la familia que tengo a mi lado.

A mi asesor, el Ing. Cesar Osorio Carrera, que me ayudo a poder realizar la presente Tesis.

A la Universidad Nacional de Ingeniería, al personal docente que conforma la carrea de Ingeniería Química y a todos sus colaboradores.

RESUMEN

El presente estudio evalúa la reducción económica del impacto ambiental de la industria textil La Merced S.A. mediante el uso de la Producción Más Limpia, reduciendo así el consumo de insumos y recursos del agua.

En este estudio se ha analizado dos tipos de opciones para esta reducción: disminución del consumo de químicos y auxiliares en la máquina de teñido JET y la disminución del uso del agua, ácido y dispersante por uso de baño en el teñido.

Para llevar a cabo este estudio se tuvo que utilizar las Normas de Producción Más Limpia a fin de identificar los lugares exactos donde se producía la contaminación y el mayor uso de insumos químicos.

Durante el estudio se realizaron diferentes visitas técnicas de reconocimiento de la planta, maquinaria, equipos, análisis de procesos administrativos y operativos. Se recolectó información sobre el proceso de teñido, materia prima y consumo de recursos, para poder luego realizar la evaluación técnica.

Se tomaron diferentes muestras de agua residual al momento de las descargas de la máquina.

El análisis económico muestra que la implementación de estos proyectos de producción más limpia arroja un beneficio económico de USD 9883,83 con una inversión de USD 1785,00 durante un tiempo de recuperación de la inversión de siete meses y medio. Entre los beneficios ambientales se manifiestan la disminución de la carga contaminante y el consumo de agua en un 66,7%.

ABSTRACT

The current study assesses the economy downturn of the environmental impact on the textile industry 'La Merced S.A.' by means of using the Cleaner Production, thereby reducing the consumption of inputs and water resources.

In this study has been analyzed two types of options for this reduction: decrease in consumption of chemicals and auxiliaries in the dyeing machine JET and decrease of water use, acid and dispersant by use of bath in the dyeing.

This study was carried out using the Cleaner Production Standards in order to identify the exact locations where the contamination occurred and the greater use of chemical supplies.

During the study were made different technical visits to recognize the plant, machinery, equipment, analysis into administrative and operational processes. Information was researched about the dyeing process, feedstock and resources consumption, subsequently perform the technical evaluation.

Residual water samples were taken at the time of machine deactivation.

Economic analysis shows that the implementation of these Cleaner Production projects emit an economic benefit of USD 9883, 83 with a conversion of USD 1785, 00 during a time of investment recovery of seven and a half months .Among the environmental benefits are manifested the reduction of the contamination and water consumption in a 66, 7 %.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	4
ABSTRACT.....	5
INDICE DE ANEXOS	xi
INDICE DE FIGURAS	xiv
CAPÍTULO I: INTRODUCCION	17
1.1 Introducción	17
1.2 Realidad problemática	17
1.3 Planteamiento del Problema	18
1.4 Formulación del problema	21
1.5 Planteamiento de la hipótesis.....	21
1.6 Objetivos de la investigación	21
1.6.1 Objetivo general	21
1.6.2 Objetivos específicos.....	21
CAPÍTULO II: LA INDUSTRIA TEXTIL EN EL PERÚ	23
2.1 Evolución, estructura e importancia del sector	23
2.1.1 Evolución del consumo y de la producción	27
2.1.2 Exportaciones en la estructura competitiva del sector	31
2.1.3 Inversiones en el sector	36
2.2 Perspectivas del sector.....	37
2.3 Situación ambiental del sector	40
2.4 Consumo de agua y generación de residuos urbanos	42
2.5 La industria de las confecciones	44
2.5.1 Clasificación de las operaciones en la industria de las confecciones..	46
2.5.2 Los procesos y las operaciones en la industria de las confecciones ...	46
2.5.3 La administración de las operaciones en la industria de las confecciones.....	47
CAPITULO III: MARCO LEGAL	48
3.1 Ley N° 27314.....	48
3.2 Ley N° 29325	51

CAPITULO IV: MARCO TEORICO	54
4.1 Antecedentes	54
4.2 Producción Más Limpia (PML)	56
4.2.1 Estrategias de Producción Más Limpia	57
4.2.1.2 Estrategias de Nivel 2	59
4.2.2 Metodología de Producción Más Limpia	61
4.2.3 Beneficios de la Producción Más Limpia	63
4.2.3.1 Beneficios ambientales	63
4.2.3.2 Beneficios económicos	63
4.2.3.3 Beneficios operacionales	64
4.2.3.4 Beneficios comerciales	64
4.2.4 Barreras de la Producción Más Limpia	64
4.3 El algodón	65
4.3.1 Generalidades	65
4.3.2 Composición química del algodón	66
4.3.3 Propiedades físicas y químicas del algodón	66
4.4 Colorantes	68
4.4.1 Definición	68
4.4.2 Clasificación de los colorantes	68
4.4.3 Estructura química de un colorante	67
4.5 Proceso de teñido	70
4.5.1 Descrude	70
4.5.2 Pre-blanqueamiento químico	71
4.5.3 Teñido	71
4.6 Impacto ambiental del proceso de teñido en la industria	72
CAPITULO V: LINEA DE REFERENCIA (DIAGNÓSTICO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA)	73
5.1 Ubicación	73
5.2 Información de la empresa	73
5.3 Análisis de los procesos de la Empresa	74
5.4 Elaboración de telas	75

5.4.1	Tejeduría	75
5.4.1.1	Tejido para tela de cuerpo.....	75
5.4.1.2	Tejido de tela para cuellos y puños	75
5.4.2	Teñido.....	76
5.4.2.1	Descrude	76
5.4.2.2	Blanqueo	77
5.4.2.3	Tenido.....	77
5.4.2.4	Neutralizado, fijado y suavizado.....	79
5.4.2.5	Lavado	79
5.4.2.6	Secado y Centrifugado	79
5.4.2.7	Plegado	80
5.4.3	Evaluación por parte del autor de la presente tesis	82
5.5	Análisis de entradas en los procesos	82
5.5.1	Información sobre el consumo de agua	83
5.5.2	Información sobre el consumo de energía eléctrica	85
5.6	Análisis de salidas	86
5.6.1	Información sobre los efluentes de la Empresa	88
CAPITULO VI: ESTUDIO Y EVALUACION DEL PROCESO DE TEÑIDO		90
6.1	Balance de Masa	90
6.1.1	Balance de masa en teñido de algodón en la máquina JET 1	91
6.1.2	Balance de masa en teñido de algodón en la máquina OVER FLOW 300.....	93
6.1.3	Balance de masa en teñido de algodón en la maquina OVER FLOW 500.....	95
6.2	Resumen de la memoria de cálculo de teñido.....	97
6.3	Evaluación de los datos recopilados.....	97
6.4	Procedimiento de teñido (Parte experimental).....	101
6.4.1	Sustancias y reactivos.....	101
6.4.2	Procedimiento	101
6.4.2.1	Procedimiento para el primer teñido	101

6.4.2.2	Procedimiento para el teñido de tonos claros y medios con el reuso de baños de teñido.....	102
6.4.2.3	Procedimiento para teñido de tono oscuro.....	103
6.4.2.4	Procedimiento para teñido sin reutilización de baños.....	104
6.4.3	Datos experimentales	104
CAPITULO VII: ANALISIS E INTERPRETACION DE DATOS.....		107
7.1	Estudios de viabilidad técnica, económica y financiera.....	107
7.1.1	Estudio de la disminución del consumo de químicos y auxiliares en la maquina JET 1	107
7.1.1.1	Descripción del estudio del presente caso	108
7.1.1.2	Análisis cualitativos y cuantitativos del consumo de químicos y auxiliares.....	108
7.1.1.3	Clasificación de los cambios realizados	109
7.1.1.4	Identificación de los principales indicadores.....	109
7.1.2	Estudio de la disminución de consumos de agua, ácido y dispersante por re-uso de baños de teñido de algodón	111
7.1.2.1	Descripción de la situación anterior al estudio del caso	111
7.1.2.2	Descripción de la situación del estudio del caso.....	112
7.1.2.3	Identificación de los principales indicadores.....	114
7.1.2.4	Resultados generales	117
CAPITULO VIII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		118
8.1	Conclusiones	118
8.1.1	Conclusiones generales	118
8.1.2	Conclusiones específicas	119
8.2	Recomendaciones.....	120
8.2.1	Recomendaciones generales	120
8.2.2	Recomendaciones específicas (Técnicas Ambientales)	120
8.2.3	Recomendaciones para el uso eficiente de la energía	122
8.2.4	Recomendaciones para el uso eficiente de residuos solidos.....	122
BIBLIOGRAFIA		123

ANEXOS	125
Anexo A.....	126
Anexo B.....	127
Figura 12: Lay Out de la planta Textil La Merced S.A.	127
Anexo C.....	128
Memoria de cálculo de la parte económica	128
Anexo D.....	138
Glosario	138

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A	
Informe de las características técnicas del hilo 18/1 algodón cardado	126
Anexo B	
Lay Out de la planta Textil La Merced S.A.	127
Anexo C	
Memoria de cálculo de la parte económica	128
Anexo D	
Glosario	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	27
<i>Distribución de empresas y trabajadores por tamaño y ubicación</i>	27
Tabla 2	33
<i>Confecciones del año 2013 y 2014.....</i>	33
Tabla 3	66
<i>Composición química del algodón.....</i>	66
Tabla 4	67
<i>Propiedades físicas del algodón.....</i>	67
Tabla 5	73
<i>Información de la Empresa Textil La Merced S.A.....</i>	73
Tabla 6	74
<i>Número de empleados propios.....</i>	74
Tabla 7	76
<i>Patrón del proceso de descrude.....</i>	76
Tabla 8	77
<i>Patrón del proceso de teñido</i>	77
Tabla 9	79
<i>Patrón de neutralizado, fijado y suavizado</i>	79
Tabla 10	83
<i>Empleo y costos de los principales insumos utilizados</i>	83
Tabla 11	84
<i>Consumo de agua periodo Enero – Diciembre 2015</i>	84
Tabla 12	85
<i>Consumo de energía eléctrica periodo Enero – Diciembre 2015</i>	85
Tabla 13	86
<i>Producción por productos y equipos</i>	86
Tabla 14	89
<i>Caracterización de Efluentes.....</i>	89
Tabla 15	91
<i>Balance de masa en teñido de algodón de la maquina JET 1</i>	91
Tabla 16	93
<i>Balance de masa en teñido de algodón de la maquina OVER FLOW 300</i>	93
Tabla 17	95
<i>Balance de masa en teñido de algodón de la maquina OVER FLOW 500</i>	95
Tabla 18	105
<i>Parámetros medidos en el reuso de baños</i>	105
Tabla 19	105
<i>Parámetros medidos en teñido sin reuso.....</i>	105
Tabla 20	105
<i>Parámetros medidos en los efluentes con reuso</i>	105
Tabla 21	106
<i>Parámetros medidos en los efluentes en teñido con reuso.....</i>	106
Tabla 22	106

<i>Porcentaje de agotamiento de los colorantes</i>	106
Tabla 23	108
<i>Análisis cualitativo y cuantitativo del consumo de químicos y auxiliares</i>	108
Tabla 24	109
<i>Identificación de los principales indicadores</i>	109
Tabla 25	110
<i>Resumen de datos para la evaluación económica</i>	110
Tabla 26	113
<i>Producción 2015 de tela de algodón (relación de baño 1:5)</i>	113
Tabla 27	113
<i>Producción 2015 de tela de algodón (relación de baño 1:5)</i>	113
Tabla 28	
<i>Consumos actual de agua, ácido y dispersante en máquina de teñido</i>	114
Tabla 29	114
<i>Indicadores esperados en máquinas OVER FLOW</i>	114
Tabla 30	115
<i>Indicadores esperados en máquinas JET 1</i>	115
Tabla 31	116
<i>Resumen de datos para la evaluación económica</i>	116
Tabla 32	117
<i>Beneficios ambientales</i>	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estructura del sector por tipo de producto.....	25
Figura 2: Estructura del sector por tipo de producto.....	26
Figura 3: Evolución de la participación del PBI del sector de fabricación de textiles en el PBI Global (en %)	27
Figura 4: Exportaciones de textiles y confecciones peruanas	32
Figura 5: Grupos cromóforos	69
Figura 6: Área de tejido 1.....	76
Figura 7: Diagrama del blanqueo de la tela de algodón.....	81
Figura 8: Análisis de producción de tela.....	87
Figura 9: Análisis de producción por tipo de máquina	87
Figura 10: Análisis de producción de la tela de algodón.	88
Figura 11: Comparación del análisis económico del estudio en el primer caso	111
Figura 12: Lay Out de la planta Textil La Merced S.A.	127

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Análisis de la matriz FODA – Sector Textil	30
Cuadro 2: Esquema de los niveles de reducción de contaminación.....	57
Cuadro 3: Niveles de aplicación de Producción Más Limpia.....	59
Cuadro 4: Metodología de Producción Más Limpia	62
Cuadro 5: Propiedades químicas del algodón.....	67
Cuadro 6: Proceso del descrude	70
Cuadro 7: Diagrama general de elaboración de telas	74
Cuadro 8: Categorías de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones.	98
Cuadro 9: Prevención y minimización de residuos con cambios en el proceso e innovaciones tecnológicas	98
Cuadro 10: Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones.....	99
Cuadro 11: Prevención y minimización de residuos con cambios en el proceso e instalaciones tecnológicas.....	99
Cuadro 12: Prevención y minimización de residuos con tratamiento, re-uso y reciclaje.....	100
Cuadro 13: Identificación de los principales indicadores.....	100
Cuadro 14: cambios realizados	109
Cuadro 15: Informe de características técnicas del hilo 18/1 algodón cardado.	126
Cuadro 16: Planilla de evaluación económica – Estudio del caso 1: disminución de consumo de químicos y auxiliares en la maquina JET	128
Cuadro 17: Planilla de evaluación económica – Estudio del caso 1 (Situación Esperada)	129
Cuadro 18: Flujo de caja Actual – Caso 1	130
Cuadro 19: Flujo de caja Esperado – Caso 1.....	130
Cuadro 20: Flujo de caja Incremental – Caso 1.....	132
Cuadro 21: Planilla de evaluación económica – Estudio del caso 2: disminución de agua, ácido y dispersante	133

Cuadro 22: Planilla de evaluación económica – Estudio del caso 2 (Situación Esperada)	134
Cuadro 23: Flujo de caja Actual – Caso 2.....	135
Cuadro 24: Flujo de caja Esperado – Caso 2.....	135
Cuadro 25: Flujo de caja Incremental – Caso 2.....	136

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Es frecuente que empresarios y ciudadanos se unan para la discusión sobre sus procesos de mejoras en la calidad ambiental con el concepto de gasto, tanto en relación con las tecnologías duras como con los costos asociados al cumplimiento de la normativa ambiental.

Sin embargo existen hoy en día herramientas de gestión ambiental, entre ellas la de Producción Más Limpia (PML), que plantea oportunidades de mejora, reducción de costo y aumento de productividad para la Empresa, con la sola aplicación de buenas prácticas de gestión que son de mínimas inversiones en el proceso de producción, reduciendo riesgos, tanto para la salud como para el ambiente.

Por lo general, las grandes empresas cuentan con personal calificado dedicado a tareas ambientales. Es por ello que uno de los más grandes desafíos de una Producción Más Limpia es alcanzar a pequeñas y medianas empresas, que suelen mostrar mayores necesidades y dificultades de innovación para la implementación de una estrategia ambiental preventiva e integral.

Razón por la cual esta tesis busca implementar las estrategias de Producción Más Limpia en el sector industrial Textil.

1.2 Realidad problemática

El sector textil es una de las principales industrias en el País que contaminan en grandes proporciones las alcantarillas de las ciudades, a pesar de encontrarse

debidamente normados dichos efluentes industriales, esto no se viene cumpliendo en la realidad nacional.

Debido a una concientización por parte del sector industrial textil se vienen dando diferentes cambios a fin de reducir de manera drástica las concentraciones de los efluentes del sector industrial, el cual se viene dando principalmente en el área de teñido, a fin de poder ubicarse dentro del marco de la ley.

En esta tesis se está analizando dicho problema mediante el uso de la Norma de Producción Más Limpia y la Guía de Producción Más Limpia, ambos manuales (Guía de Producción Más Limpia GP 900.200 y la Norma de Producción Más Limpia NTP 900.201) ayudan a usar de manera eficaz el uso de los recursos que se consumen y a su vez reduce de manera significativa los diferentes contaminantes que puede producir la industria.

1.3 Planteamiento del Problema

La Empresa Textil La Merced S.A. es una mediana empresa realiza sus actividades desde el año 1993, en el distrito Santa Anita, ubicado en la ciudad de Lima; la misma que produce telas poliéster 100%, poli-algodón 65-35% y algodón 100% principalmente, el proceso comienza en el área de tejeduría donde los diferentes tipos de hilos llegan como materia prima, luego se realiza el teñido a través de varias etapas: blanqueo, teñido, lavado, secado y procesos posteriores como perchado y plegado.

Los hilos se encuentran en el almacén de materias primas para luego ser colocados en las maquinas hiladoras, que entrelazan las fibras de hilos para conformar una malla denominada “de punto”, además de tela plana estas son las telas denominadas telas crudas, que por lo general presentan suciedad que no es posible removerla por el lavado normal, pero para ello se utiliza una solución diluida de agente blanqueador (agua oxigenada) y detergente biodegradable, con lo cual se logra un medio alcalino lo suficiente para el blanqueo de la tela. Luego

se ingresa la tela blanqueada a las máquinas de teñido (overflow) y Jet, las cuales se llenan de agua de manera automática, el volumen de agua dependerá de la cantidad de tela ingresada a la máquina. Para el proceso se utiliza agua caliente, la temperatura y duración del baño dependerá del tono de la pigmentación que se desea obtener. Esta etapa involucra una variedad de colorantes y agentes auxiliares de teñido. El tipo de colorante empleado en el teñido o tinturado determina los tipos de agentes auxiliares que se utilizan y sus concentraciones (Ejemplo: soda caustica, peróxido de hidrogeno, etc.). Finalmente se ingresa la tela teñida o tinturada al sistema de lavado, el cual permite deshacer todo el exceso de impurezas que posea el producto, en especial de los auxiliares utilizados. La tela es ingresada a la secadora centrifuga, que por acción de la fuerza centrífuga elimina la mayor parte de la humedad presente en la tela recién lavada, ahora bien con el objetivo de eliminar la humedad remanente en la tela esta es ingresada en secadoras que funcionan con vapor caliente proveniente del caldero, lo que permite una temperatura adecuada para eliminar el resto del agua presente en la tela.

El principal problema ambiental del sector textil radica en las aguas residuales que se generan y en la carga química que las mismas contienen. El impacto ambiental de sus efluentes líquidos es muy variado, por la gran cantidad de materias primas, reactivos y de métodos de producción. En los efluentes se pueden encontrar sales, peróxidos, tensoactivos, enzimas, colorantes, metales y otros compuestos orgánicos de variada estructura que provienen de las distintas etapas del proceso global.

Debido a lo expuesto la industria textil en su conjunto está considerado como de mediano potencial contaminante, siendo más contaminante sus procesos de teñido y acabado con respecto al proceso de hilatura.

La acción contaminante de este sector se centra principalmente en el líquido elemento ya que la mayoría de procesos se realizan en medio acuoso, el cual actúa como soporte de los agentes químicos que realizan los cambios sobre el

textil; dichos agentes químicos (oxidantes o reductores, colorantes orgánicos o sales orgánicas, etc.) no se consumen en su totalidad durante el proceso.

En la industria textil La Merced S.A., las aguas residuales se caracterizan principalmente por la alta demanda de oxígeno debido a los químicos (detergentes, antiquiebres, secuestradores y otros) y soluciones (mezcla de colorantes reactivos y sulfurosos) que se utilizan durante el proceso de teñido. El tratamiento que posee la empresa La Merced S.A. es una rudimentaria cisterna en donde se realiza una sedimentación primaria y ayuda a reducir la temperatura.

Otro problema importante es el consumo de agua, por ejemplo los enjuagues realizados en cada proceso están en el orden de 8 -10 cada uno de ellos con una carga de agua que varía entre 1500 – 2500 litros. La cantidad de agua empleada en los procesos textiles varía en forma considerable dependiendo del proceso específico y del equipamiento utilizado por la planta. En el teñido con colorantes reactivos que son utilizados en la planta las cifras varían entre 125 – 170 litros por kilogramo de producto.

Los colorantes textiles tienen gran persistencia en el ambiente y los métodos de eliminación clásicos no son útiles debido a que oxidaciones o reducciones parciales pueden generar productos secundarios altamente tóxicos. Una gran proporción de los colorantes no son directamente tóxicos para los organismos vivos, sin embargo, la fuerte coloración que imparten a los medios de descarga pueden llegar a suprimir los procesos fotosintéticos en los cursos de agua, por lo que su presencia debe ser controlada. En la actualidad se usan principalmente los colorantes sintéticos que son muy solubles en agua y altamente resistentes a la acción de agentes químicos y poco biodegradables.

En el mundo actual se trata de minimizar al máximo el impacto ambiental de todas las industrias, esto es una estrategia a fin de reducir el volumen y carga contaminante de las industrias. La reducción del impacto ambiental es sumamente importante, ya que al reducir el volumen de residuo generado por la

industria indica una disminución en la carga del contaminante y una optimización del proceso productivo, lo que finalmente se traduce en termino económicos, a lo cual se le denomina Producción Más Limpia (P+L o PML).

1.4 Formulación del problema

¿Cómo reducir la cantidad de contaminantes en los efluentes que genera la Textil La Merced S.A. sin reducir la calidad en el proceso de teñido?

1.5 Planteamiento de la hipótesis

¿Las estrategias de Producción Más Limpia permitirán prevenir, controlar y reducir la contaminación ambiental e incrementar los réditos económicos en el proceso de teñido de la industria Textil La Merced S.A.C.?

1.6 Objetivos de la investigación

1.6.1 Objetivo general

Proponer estrategias de Producción Más Limpia (PML o P+L) en la industria Textil La Merced S.A. para reducir las contaminación al medio ambiente.

1.6.2 Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico inicial en la industria Textil La Merced S.A.
- Identificar las prioridades de Producción Más Limpia para la propuesta de nuevas estrategias.
- Determinar los beneficios técnicos, económicos y ambientales del proyecto de Producción Más Limpia para la industria textil.

- Desarrollar el proyecto de Producción Más Limpia que presenta mayor viabilidad económica, tecnológica y ambiental.
- Socializar los resultados con otras industrias del mismo sector industrial a fin de reducir los índices de contaminación.
- Establecer métodos y procedimientos que reduzca la contaminación ambiental que generan los efluentes.
- Medir los resultados de aplicar dichos procedimientos.
- Demostrar que estos procedimientos consiguen el objetivo de reducir la contaminación y lograr un beneficio económico.

CAPÍTULO II

LA INDUSTRIA TEXTIL EN EL PERÚ

2.1 Evolución, estructura e importancia del sector

El sector textil y de confecciones abarca una serie de actividades que incluye el tratamiento de fibras naturales o artificiales para la elaboración de hilos, continúa con la fabricación y acabado de telas, y finaliza con la confección de prendas de vestir y otros artículos. La producción de textiles y confecciones en el Perú ha mostrado un gran crecimiento los últimos años y su crecimiento en el mercado internacional ha estado basado en ventajas competitivas, entre las que podemos mencionar la alta calidad y prestigio de las fibras peruanas así como el alto nivel de integración del sector a lo largo del proceso productivo.

Además, es importante considerar la inversión de las empresas del sector en maquinaria y equipo textil de última generación para la producción de hilados y fibras. Este proceso de modernización ha permitido aumentar el nivel de producción de las empresas del sector para abastecer el mercado nacional y extranjero y constituye el soporte de la exportación. Asimismo, les ha permitido prepararse para afrontar la apertura comercial y aprovechar los acuerdos comerciales existentes.

Finalmente, es de mencionar que si bien existen aún muchas oportunidades de crecimiento para el sector, se debe neutralizar las amenazas que se presenten tales como las limitaciones en la producción de algodón, para satisfacer la demanda y la necesidad de capitalizar las empresas peruanas a efectos de asumir las inversiones necesarias para mantener sus ventajas competitivas en el futuro.

Podemos distinguir dos grandes subsectores dentro de la gran cadena de valor que constituye la actividad manufacturera textil. Estas son:

- La industria textil: abarca desde la etapa inicial del algodón hasta la elaboración de telas acabadas e incluye a su vez a las actividades de hilado, tejido, teñido y acabado.
- La industria de la confección: comprende todas las actividades vinculadas a la confección de prendas de vestir.

El subsector de producción de fibras, hilados y tejidos cuenta con nueve categorías de productos: fibras naturales, fibras artificiales, tejidos planos, tejidos de punto, tejidos industriales, revestimientos para pisos, productos para el hogar, textiles no tejidos y sogas. Esta producción se destina mayoritariamente a confecciones para exportación: fabricación de textiles de algodón, lo cual representa un 60%, fabricación de textiles de fibras sintéticas, representa un 35% y fabricación de textiles con fibras de origen animal, 5%, esto se da a pesar de que el Perú tiene ventajas competitivas para la fabricación de tejidos de pelo de alpaca y vicuña. Los principales productos del sector son prendas de vestir, entre las cuales tenemos polos, pantalones, suéteres, camisas, etc.

La cadena productiva textil se inicia con la recolección de materias primas, que son: algodón, pelo de alpaca y fibras sintéticas importadas de industria petroquímica, se continúa con el procesamiento y se finaliza con la obtención de fibras, hilados y tejidos.

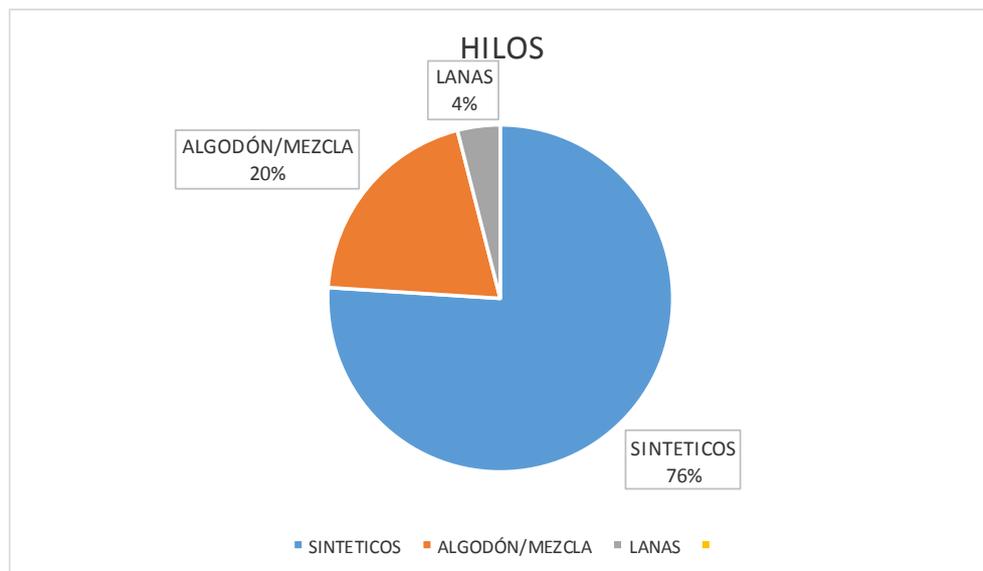
La industria participa con el 12% del PBI manufacturero, del cual 7.3% es generado por el sector textil y 4.7% por el de confecciones. Así la producción total a nivel del sector textil y confecciones asciende a algo más de US\$ 1,100 millones, de los cuales US\$ 700 millones están destinados al mercado externo. (Ministerio de la producción, 2013)

La producción de textiles y confecciones ha mostrado una clara tendencia creciente durante los últimos años, gracias en gran medida al aumento de las exportaciones, que ha estado basado en la prolongada etapa de expansión

económica de los países desarrollados, la aprobación del APTDEA (Andean Trade Promotion And Drug Eradication Act / Ley de Preferencias Arancelarias Andinas y Erradicación de la Droga) por parte de la EE.UU. y la tendencia hacia el uso de las fibras naturales.

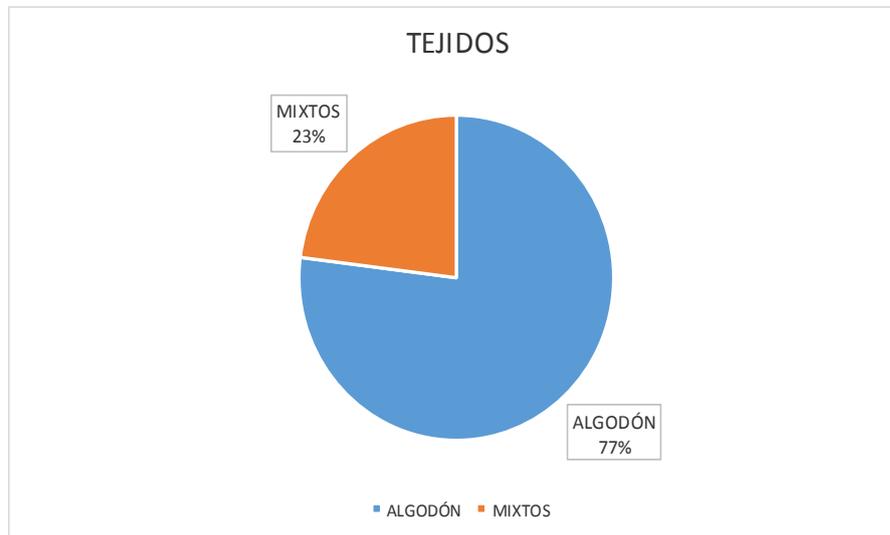
En cuanto a la estructura del sector por tipos de productos, esta es diferente en las distintas etapas del proceso productivo. Así en el hilado destaca la participación de los productos sintéticos, en el año 2012 concentraban el 76% de la producción total en metros. Los hilos de algodón suman algo más del 20% y la diferencia incluye lana de alpaca y ovinos. En la etapa de tejido destacan con una participación del 77% del total de toneladas fabricadas, los productos de algodón, estando la diferencia constituida por tejidos mixtos. El algodón tiene la mayor participación en la etapa final de la confección. (Ministerio de la Producción, 2013).

Figura 1: Estructura del sector por tipo de producto



Fuente: MINCETUR, AÑO 2013

Figura 2: Estructura del sector por tipo de producto



Fuente: MINCETUR, AÑO 2013

En cuanto a su contribución a la generación de empleo, la industria textil y de confecciones es una gran demandante de mano de obra, se calcula que directamente genera empleo a más de 150,000 personas, estimándose que por encadenamiento cada uno de estos puestos genera otro 2.5 adicionales en el resto de la economía, lo que en total representa alrededor de 525,000 personas. De esta forma el sector textil tiene un efecto multiplicador importante, pues utiliza un porcentaje elevado de materias primas e insumos locales. Adicionalmente genera a lo largo de su cadena productiva un alto valor agregado, que es en una parte importante exportado. (Ministerio de la Producción, 2013)

Por otro lado, según el Ministerio de Trabajo se tienen registradas 515 empresas textiles con más de 10 trabajadores, como se muestra en el siguiente cuadro la mayor cantidad de estas empresas se ubican en el departamento de Lima, el cual posee el 95.7% de la muestra, seguido por el departamento de Arequipa con el 2.5%.

Tabla 1

Distribución de empresas y trabajadores por tamaño y ubicación

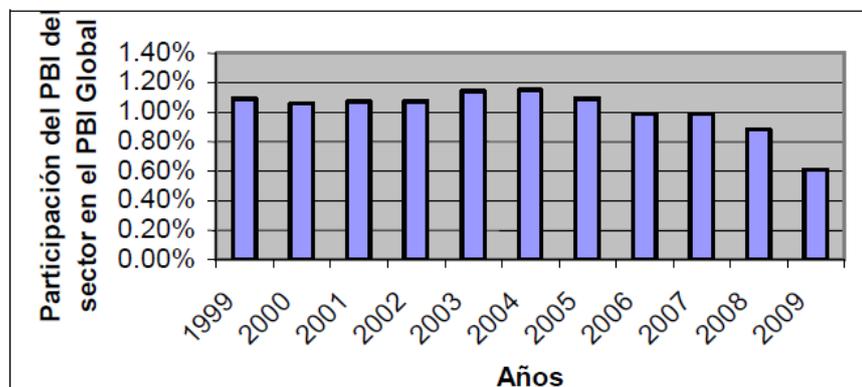
	TRABAJADORES				EMPRESA			
	100+	50-99	10-49	TOTAL	100+	50-99	10-49	TOTAL
LIMA	34305	4278	7410	45993	80	62	351	493
AREQUIPA	3305	57	92	3454	7	1	5	13
ICA	-	-	15	15	-	-	1	1
JUNIN	232	-	15	247	1	-	1	2
LA LIBERTAD	197	-	11	208	1	-	1	2
LAMBAYEQUE	-	-	15	15	-	-	1	1
PIURA	676	-	31	707	1	-	-	1
PUNO	-	-	-	-	-	-	2	2
TOTAL	38715	4335	7589	50639	90	63	362	515

Fuente: MINISTERIO DE TRABAJO, AÑO 2014

2.1.1 Evolución del consumo y de la producción

A continuación se presentan indicadores del sector textil como porcentaje del PBI nacional, se observa que la participación en el PBI nacional desciende a partir del 2004 como consecuencia de la crisis económica de nuestro principal socio comercial Estados Unidos de Norteamérica.

Figura 3: Evolución de la participación del PBI del sector de fabricación de textiles en el PBI Global (en %)



Fuente: MINCETUR, AÑO 2010

Los principales productos del sector pueden clasificarse de la siguiente manera:

- En la etapa de hilado se incluyen los hilos sintéticos (75%), hilos de algodón (20%) e hilos de lana de alpaca y ovino.
- En la etapa de tejido, productos de algodón (75%), tejidos mixtos, finalmente en la etapa de confección los productos de algodón pesan mas

Según la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT), el total de empresas operativas registradas a diciembre del 2012 del subsector de preparación de fibras, fabricación de hilados e hilos y tejidos asciende a 728 unidades productivas. Cabe resaltar que la información proporcionada está referida al total de empresas manufactureras y de servicios relacionados con este tema industrial de diferente escala de producción.

La producción textil requiere de una serie de factores, lo que incluye principalmente a los bienes de capital, a los insumos y a la mano de obra. De ese modo, un acceso más fácil y menos costoso a tales factores traerá como consecuencia que la oferta aumente. Para el caso de la industria textil peruana, la disponibilidad de estos factores ha permitido el aumento de la producción en los años recientes.

Respecto a los bienes de capital, la industria textil cuenta con un nivel adecuado de tecnología, lo cual se evidencia en las grandes empresas, sin embargo, no es necesariamente aplicable a las empresas medianas y pequeñas. Por otro lado, la extensa experiencia en la producción textil ha hecho que exista una oferta adecuada de mano de obra calificada; sin embargo, el costo de esta es más alto que el de otros países en especial los asiáticos. En cuanto a los insumos, la industria cuenta con fibras

vegetales y animales de gran calidad, pero recientemente el crecimiento de la industria ha hecho que surjan problemas con el abastecimiento de algodón, que es su principal materia prima.

Es importante considerar también que otros factores que afectan la oferta de la industria textil, son el acceso a fuentes de financiamiento y las regulaciones del gobierno. En el primer caso, si no se cuenta con financiamiento de largo plazo será muy difícil que las empresas puedan adquirir maquinaria e infraestructura moderna que le permita ser competitiva internacionalmente. En el segundo caso, también es claro que las regulaciones laborales pueden afectar la disponibilidad y costo de los factores productivos.

Finalmente, es necesario otorgar ciertos atributos a los productos textiles para que éstos sean aceptados por el mercado y sean competitivos internacionalmente. En ese sentido, es fundamental que haya una gestión adecuada de las empresas textiles que les permita tener un estrecho conocimiento de su mercado, un alto nivel de calidad, una respuesta rápida ante las exigencias de los clientes, entre otros factores.

Analizando el análisis competitivo del sector textil nos encontramos con una serie de aspectos importantes para ser tomados en cuenta, gracias a esta información se ha construido la siguiente Matriz FODA:

Cuadro 1

Análisis de la matriz FODA – Sector Textil

FORTALEZAS	DEBILIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Tratado de libre comercio con EE.UU. • Reconocimiento internacional debido a la tradición textil. • Materias primas de calidad, lo cual se transforma en una ventaja competitiva. • Adaptabilidad de la mano de obra para acoplarse a diversos escenarios cambiantes. • Reconocimiento mundial del algodón nacional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Poca capacitación técnica. • Altos costos de mano de obra en comparación con grandes países productores. • Fibra de algodón nacional escasa. • Dependencia de la industria de confecciones.
OPORTUNIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Tratados de libre comercio con países que presenten nuevos mercados. • Construcción de infraestructura para transporte, lo cual mejoraría la competitividad. • Utilización de ferias internacionales como vitrinas para mostrar los productos. • Mayores ganancias por ventas al mercado Europeo. • Aprovechamiento de modas y tendencias mundiales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Medidas proteccionistas adoptadas por otros países. • Posible desplazamiento del algodón nacional por parte del algodón transgénico. • Incremento en precios de hilados de algodón. • Cambios en tendencias hacia prendas sintéticas.

Fuente: Elaboración Propia

2.1.2 Exportaciones en la estructura competitiva del sector

Las exportaciones peruanas del sector bordean los dos mil millones de dólares anuales. Estados Unidos es el principal destino con una participación de 34%. Luego se encuentran mercados regionales como Venezuela, Ecuador, Brasil, Colombia y Chile, aunque también se abastece a economías europeas como Italia, Alemania, entre otros. (Special Edition for Perú Moda, 2014).

Por otro lado, las exportaciones de prendas de vestir alcanzaron US\$ 1 368 millones y Estados Unidos concentra el 46% del valor exportado. Las confecciones son mayormente de algodón (70% de participación), mientras que las prendas de fibra de alpaca representan el 3%. (Special Edition for Perú Moda, 2014).

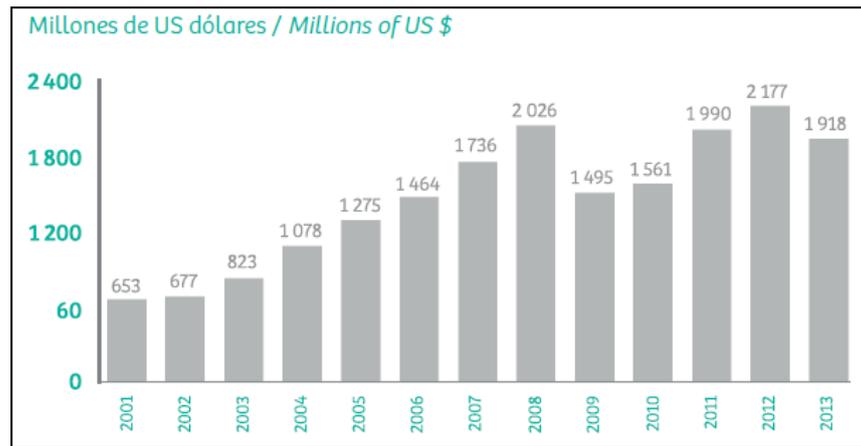
Estados Unidos, Venezuela, Brasil, Alemania y Chile son los principales mercados de exportaciones de confecciones de algodón con 79% de participación. De otro lado, Estados Unidos, Alemania, Japón, Francia, Reino Unido y Australia son los principales mercados de prendas de alpaca. (Special Edition for Perú Moda, 2014).

Entre los productos que más destacan, se encuentran: t-shirts de algodón, polo shirt para caballero de algodón, t-shirts sintético, polo shirt para dama de algodón y sintético, suéter de algodón y prendas para bebe, entre otros.

Estados Unidos fue el principal mercado. Otros mercados fueron Venezuela, Brasil, Italia y Canadá para los t-shirts de algodón; y Brasil, Alemania, Colombia y México en polo shirt de algodón para hombres. En las prendas para bebe de algodón destacan Chile, Venezuela, México y Argentina. (Special Edition for Perú Moda, 2014).

Asimismo, los principales mercados para los productos de alpaca fueron Japón, Alemania, Reino Unido e Italia en suéter; y Alemania, Japón, Canadá y Francia en accesorios.

Figura 4: Exportaciones de textiles y confecciones peruanas



Fuente: SUNAT

Las exportaciones de confecciones peruanas en el año 2014 alcanzaron en los primeros siete meses del año US\$ 1,155.7 millones lo que representó un incremento de 28.9%, mientras que en julio último se logró ventas por US\$ 170.7 millones, 9.0% de crecimiento. Los principales destinos de las exportaciones del sector fueron Estados Unidos y Venezuela. El primero concentró el 43.0% del total sectorial con un incremento de 3.6% en el acumulado y una contracción de 0.7% en el último mes. El país llanero incrementó su demanda 143.5% contribuyendo con el 29.2% del valor. Luego se encuentra la prometedora Colombia (38.4% de crecimiento), Chile (8.3%), Italia (disminuyó 4.5%) y Ecuador (18.2%). Crecimientos importantes se registraron en los mercados brasileño (96.6%), Argentina (249.4%), Bélgica (77.8%), República Dominicana (236.1%), Sudáfrica (295.8%) y Grecia (251.6%). (Special Edition for Perú Moda, 2014).

Los embarques de confecciones concentraron, en el avance del año 2014, 81.2% del valor sectorial que ascendió a US\$ 938.3 millones y es mayoritariamente prendas de vestir. El incremento de las confecciones fue 32.1% en el periodo acumulado y 12.9% en julio. Los tres principales destinos son los mismos que los del total sectorial. Estados Unidos representó el 51.6% de este tipo de productos, 3.2% de crecimiento en el periodo acumulado y disminuyó 0.8% en julio. Venezuela tiene un incremento de 156.7% (42.5% en julio) y Colombia 123.2% (69.9% en julio). Otros mercados importantes son Francia (9.6% de crecimiento), Alemania (26.7%), Chile (25.2%), Reino Unido (10.5%) e Italia que disminuyó 6.4%. A excepción de Reino Unido, los últimos mercados mencionados presentaron en julio mayor dinamismo de crecimiento.

Tabla 2

Confecciones del año 2013 y 2014

TIPO	LINEA	JULIO			ENERO - JULIO		
		2013	2014	Var %	2013	2014	Var %
Confecciones	Prenda de vestir	122.3	136.9	12.00%	701.1	924	31.80%
	Otros	1.5	2.9	90.10%	9.3	14.3	54.40%
Total Confecciones		123.8	139.8	12.90%	710.4	938.3	32.10%
Textil	Tejidos	11.1	11.8	6.2	53.3	76.8	44.30%
	Hilados	9.9	9.5	-4.20%	59.3	63.3	6.70%
	Fibras	7	6.1	-12.90%	45.5	47.1	3.40%
	Otros	4.8	3.5	-26.20%	28	30.1	7.60%
Total Textil		32.8	30.9	-5.70%	186.1	217.3	16.80%
Total General		156.5	170.7	9.00%	896.5	1155.7	28.90%

Fuente: Prom Perú

Los principales productos dentro de las confecciones son los siguientes:

- Polos de algodón (SH6 610910). Estados Unidos es el mayor demandante de estos productos con un incremento de 12.7% entre enero y julio de este año y 9.0% en el último mes. Venezuela ha

tenido gran dinámica de crecimiento (119.1%) pero ha reducido su valor de importación en julio 5.1% hecho que no había ocurrido desde marzo de 2005. Italia, en tercera ubicación, presenta un retroceso de 3.1% en los primeros 7 meses del año aunque en los últimos dos meses presentó los valores más altos desde noviembre de 2007 mostrando una recuperación. La demanda colombiana disminuyó 24.3% en julio pero en el acumulado sigue positivo (52.9%). Los mercados con mejores desempeños, tanto en el mes actual como en el acumulado del año, fueron: Francia (70.8% en el acumulado / 87.3% en julio), Argentina (7 veces / 19 veces), México (8.7% / 272.6%), Puerto Rico (118.3% / 284.2%) y República Dominicana (12 veces / 164.0%). Los desempeños más preocupantes se desarrollaron en España (-39.6%), Países Bajos (47.9%) y Alemania (49.9%). Las exportaciones totales de la partida ascendieron a US\$ 293.1 millones (27.4% de crecimiento) en el periodo acumulado y US\$ 42.8 millones (6.5%) en julio de 2008. (Special Edition for Perú Moda, 2014).

- Camisas de algodón (SH6 610510). Estados Unidos presentó valor similar al periodo acumulado a julio de 2007 y en el último mes incrementó 21.2% al igual que Venezuela, que es la estrella en el sector, 68.4% de crecimiento entre enero y julio. La demanda alemana también está aumentando y se ubicó en el orden de 29.1% e intenta recuperar los niveles de inicios de año donde se alcanzaba colocaciones por encima de US\$ 1.5 millones por mes. Los mejores desempeños se lograron en Argentina (343.4% de crecimiento), Brasil (31 veces), Chile (302.9%), Colombia (239.1%) y Canadá (18.9%). Por otro lado, Francia y Reino Unido han presentado retroceso en estos mercados por 16.4% y 11.1%. El valor total negociado del producto fue US\$ 165.7 millones, 9.8% superior al logrado en el mismo periodo del 2007 de los cuales US\$ 22.3

millones se captaron en julio y propició un incremento de 25.8%. (Special Edition for Perú Moda, 2014).

- Blusas de algodón (Sh6 610610). En lo que va del año es el tercer mes en el que Venezuela es el principal destino de este producto al superar a Estados Unidos. En el acumulado, el mercado venezolano (US\$ 48.6 millones) incrementó su demanda 184.5% y Estados Unidos (US\$ 46.0 millones) descendió 3.6%. Luego se encuentra Alemania (114.8% de crecimiento), Colombia (248.0%), Francia (755.7%) y Argentina (353.6%). España con un incremento de 270.6%, República Dominicana (332.9%) y Suiza (259.2%) son mercados que también presentaron crecimientos importantes, mientras que México (-24.6%), Italia (-36.1%) y Ecuador (-64.9%). (Special Edition for Perú Moda, 2014).

Los productos textiles sumaron US\$ 217.3 millones, 16.8% superior a similar periodo del 2007. De otro lado, en Julio se presentó un retroceso en el valor 5.7% condicionado a los descensos en hilados, fibras y otros. En las fibras, el pelo fino cardado o peinado (HS 510539) disminuyó 18.9% y es el principal producto con un valor de ventas por US\$ 18.6 millones en el acumulado del año. Las fibras sintéticas discontinuas, acrílicas o modacrílicas, sin cardar (HS 550330) y cardadas (HS 550630) incrementaron 25.1% (US\$ 13.1 millones acumulados) y 16.9% (US\$ 10.8 millones). Asimismo, los tops de pelo fino (HS 510529) alcanzaron US\$ 4.0 millones, valor superior en 81.4% a enero-julio de 2008. (Special Edition for Perú Moda, 2014).

Con respecto a los hilados, el principal producto, los hilados de pelo fino peinado (HS 510820) disminuyeron 32.3% debido al descenso en los embarques a Corea del Sur (67.7%). Sin embargo, existen algunos crecimientos en el rubro como los hilados de lana peinada sin

acondicionar para la venta al por menor (HS 510710) 5.6% y aquel producto (HS 510910) similar al anterior pero acondicionado para la venta al por menor, 31.6%. Para el caso de los tejidos, se debe indicar que los tres principales productos incrementaron en el periodo enero-julio. Los tejidos de punto de algodón teñido aumentaron 89.8%, tejido de punto con un contenido de elastómeros superior o igual al 5% en peso crecieron 39 veces y los tejidos de punto de algodón crudos o blanqueados incrementaron 429.3%. (Special Edition for Perú Moda, 2014).

2.1.3 Inversiones en el sector

Las inversiones en el sector textil peruano se concentran actualmente en la adquisición de equipos para acabados con el objetivo de atender con mayor precisión la exigente demanda del mercado internacional.

La Sociedad Nacional de Industria (SNI) indica que el año 2015, el rubro del sector textil registró un crecimiento de 78%, al sumar casi 70 millones de dólares, superando así inclusive la cifra récord obtenida en el 2008 de 60 millones.

El ingreso de maquinaria de alta tecnología en la industria textil es uno de los factores que explica en gran parte el éxito exportador de nuestras confecciones en los mercados mundiales y que va de la mano con las tendencias de la moda internacional.

En términos generales las empresas del sector invirtieron 157 millones de dólares en el 2010, lo que representó 60 por ciento más que en el 2009, cuando se alcanzó los 96 millones.

En los últimos diez años la industria textil ha invertido 1,174 millones de dólares en maquinaria de última generación, principalmente en el área de

acabados, monto que se incrementa a 1,429 millones si se le agrega el costo para ponerlas en funcionamiento.

En el presente año 2016 se espera superar los niveles del 2010 a pesar de afrontar algunos obstáculos como la reciente reducción arancelaria en más de 600 partidas así como las no tan buenas señales que se están recibiendo de la economía internacional y el actual contexto electoral.

En cuanto a los indicadores de producción textil, el sector se está recuperando poco a poco y a buen ritmo, pero aún sin la velocidad del 2008.

Respecto a las exportaciones textiles, la SIN estimó que en un escenario optimista se podría crecer entre 15 y 20%, aunque todo dependerá de lo que suceda en el segundo semestre en diversos escenarios.

2.2 Perspectivas del sector

Estamos pasando por un periodo de gran incertidumbre en diversas áreas: financiera, económica, social, política, etc. En momentos como los que vivimos aún es más difícil hacer previsiones. Sin embargo, hay que tomar decisiones con algún grado de fiabilidad y consistencia y por eso es imprescindible definir un conjunto de líneas generales de evolución futura. Es cierto que la crisis financiera y económica que vivimos podrá aportar cambios de comportamiento y hábitos de consumo sobre todo en los países desarrollados. Lo que establecemos ahora como perspectivas futuras puede sufrir ajustes como resultado de estos cambios aún poco perceptibles.

- Consumo y Evolución en los Mercados: El Consumo sigue muy concentrado en los Países Desarrollados: Estados Unidos, Unión Europea y Japón. El crecimiento económico de Países como China, India o Rusia aún no ha sido suficiente para cambiar esta realidad.

Esta situación tendrá necesariamente que cambiar. Los Países Desarrollados están con serios problemas demográficos y de crecimiento de la población. La presente crisis financiera tendrá reflejos en la economía real sobre todo en los Países más ricos. Los consumidores van a tener un rendimiento disponible menor y limitar sus gastos en todo lo que no es imprescindible. Al revés en las economías emergentes aún no están satisfechas las necesidades básicas de una gran parte de la población y a nivel de infraestructuras es necesario hacer un esfuerzo de inversión importante. Adicionalmente los países emergentes más importantes y con más posibilidades de crecimiento también están entre los más poblados en el mundo y su potencial humano es una ventaja adicional en momentos difíciles como el que vivimos. Considerando todo esto, es previsible que próximamente sobre todo China e India, por su dimensión y población, se vayan a convertir en mercados alternativos muy importantes.

Las previsiones hechas antes de la Crisis indican un incremento del Consumo mundial de Textiles y en particular de Prendas de Vestir.

Es razonable admitir que el aumento podrá ser menor y más retardado. En los Países Desarrollados tenemos un mercado maduro pero en los Emergentes la capacidad de desarrollo es grande.

La concentración en las fuentes de suministro es una tendencia que se debe mantener. Sin embargo el aumento previsible de los Costes de Producción en los Grandes Proveedores, como China e India, es una ventaja competitiva para otros Suministradores de menor dimensión y desarrollo. En periodos de crisis el Coste asume una importancia mayor. Es así previsible que otros Exportadores de Textil y Confección (Vietnam, Camboya, Bangladesh) vengán a conquistar una cuota del mercado antes en posesión de los grandes. Con respecto a la Unión Europea también se puede prever una redistribución de cuotas de mercado. Los Países

Beneficiarios del Sistema de Preferencias Generalizadas (SPG) que consigan un Arancel cero “0” pueden tener capacidad para mejor competir con los Grandes Suministradores. Países como Perú, Bangladesh o Sri Lanka tendrán más posibilidades de conquistar mercado y asegurar su posición competitiva. Es también previsible que la importancia elevada del factor Precio/Coste tenga como consecuencia una reducción de los flujos comerciales Intra - Unión Europa en beneficio de la Importación.

- Principales Tendencias de Futuro: La situación atípica actual nos hace reflexionar y evaluar los cambios previsibles en los mercados, sea en el Consumidor, sea en la Distribución, sea en la Producción. Sin embargo muchos de estos cambios tendrán carácter puntual y las grandes tendencias identificadas antes de la crisis económica no van a desaparecer. Todavía es esperable que algunas de estas tendencias ganen una importancia elevada y se evidencien más. Puesto que el rendimiento disponible de los Consumidores será inferior, naturalmente la propensión a gastar será menor y objeto de mayor reflexión. La gente compra menos por impulso y más por necesidad imperativa.

Los Consumidores quieren tener control de su presupuesto y sólo van a comprar lo que necesitan en realidad y lo que satisface sus necesidades específicas. Es esperable que se vuelvan más exigentes con el producto y servicio, aunque difícilmente van a pagar más por eso.

La diferenciación y concepción a medida del Cliente de los productos y/o servicios puede ser una forma de asegurar ventas. El consumidor se siente en control y para eso puede incluso estar dispuesto a tener un presupuesto extra. También es previsible que la situación de crisis pueda contribuir para que la gente repense los valores y lo que es realmente importante. Todas las tendencias que se vienen desarrollando de preocupación con el medio ambiente, el desperdicio, el reciclaje y la busca de lo que es natural, sencillo y puro se van a reforzar y ganar nuevos adeptos. La sensación de

inseguridad y la imposibilidad de prever el futuro tendrán un impacto en los Consumidores. Estos van a buscar todo lo que les puede transmitir algún confort, estabilidad y confianza. Las Marcas de referencia, asociadas a conceptos de fiabilidad, consistencia y reconocimiento público deberán aumentar el poder de penetración en el mercado. En simultáneo con la busca de productos con un precio más competitivo, es natural que los Consumidores se permitan, a veces, alguna extravagancia adquiriendo productos de lujo o con un precio elevado, solamente por puro placer y para mejorar la moral. Es así esperable que en este periodo de crisis el segmento bajo y el segmento alto del mercado consigan superar mejor las adversidades. El segmento mediano deberá sufrir el impacto más importante.

2.3 Situación ambiental del sector

Las preocupaciones medio ambientales y sociales están presentes día a día. Los Consumidores, sobre todo en los Países desarrollados, están muy preocupados con la protección del Planeta y de los Recursos Naturales. Así están creando una consciencia ecológica. Quieren tener información sobre el origen de los productos que compran y como se han producido. Están muy sensibles a la utilización de los recursos escasos, en particular del agua y de la energía. La salvaguardia de los recursos hídricos contribuyó para la adopción de legislación cada vez más restrictiva sobre los parámetros del agua para consumo doméstico e industrial, y para la necesidad de invertir más en su reutilización y reaprovechamiento en el curso del proceso productivo. En paralelo esta situación llevó al incremento en la Investigación y desarrollo de tecnologías innovadoras. Estas pueden centrarse en los procesos productivos - nuevos procesos de Tintes y Acabados. También el consumos de nuevas Fibras con menor consumo de agua o una mayor longevidad (Ejemplo: Sorona /Ingeo a base de maíz).

El consumidor está más preocupado con su salud y el impacto que el aumento de la contaminación tendrá en su bienestar. Por ese motivo la legislación de

protección del consumidor y de su salud es más extensa y tiene objetivos muy ambiciosos.

Los Exportadores tienen que hacer prueba que no están utilizando sustancias químicas prohibidas. En principio no tendrán problemas cuando utilicen en sus procesos productivos productos químicos suministrados por los principales productores mundiales. Sin embargo hay que pedir una declaración a sus Proveedores que compruebe que no utilizan sustancias prohibidas. Los consumidores vuelven a los productos naturales u orgánicos y tienen una impresión negativa de todo lo que es creado o manipulado por el hombre. Así se registra un incremento en la demanda de las fibras naturales, sobre todo el algodón. El algodón orgánico sigue teniendo una producción muy escasa y por eso su oferta es limitada. Sin embargo muchos Detallistas están promocionando la utilización de algodón orgánico en prendas de vestir con mucha aceptación por parte de los consumidores (C&A, H&M, Zara). Esta es un área de negocio con un crecimiento natural en los próximos años y menor competencia. Sin embargo es fundamental asegurar la fiabilidad de la información sobre la naturaleza orgánica de la Fibra. Actualmente se verifica que muchos de los productos identificados como siendo de algodón orgánico no lo son de verdad. Esta situación va a crear un sentimiento de descrédito en el mercado que puede dañar el desarrollo futuro de este nicho.

Otra preocupación de los Consumidores es la consciencia social. Las empresas necesitan crear buenas condiciones laborales y respetar toda la legislación de protección de los Trabajadores, asegurándose que sus proveedores también la están cumpliendo. Las empresas no pueden existir como entidades independientes. Están insertas en un ambiente cultural, social y económico y con él tienen que reaccionar y adaptar. Esto va relacionado con la “trazabilidad” de los productos. Los consumidores exigen conocer el proceso de producción y tener información sobre la forma como el producto llega hasta ellos. Esto significa que los detallistas y los distribuidores deben controlar los procesos y la

información obtenida de todos los proveedores. Al final ellos asumen la responsabilidad junto al consumidor. Los códigos de conducta constituyen un ejemplo de una medida que los detallistas y distribuidores adoptan para controlar la cadena de producción y toda la información que después transmiten al mercado.

Habitualmente esta medida va acompañada de auditorías e inspecciones destinadas a comprobar la información que es transmitida por los proveedores. Otra preocupación de los consumidores es la vida útil de los productos y la posibilidad de reutilización total o parcial. También en esta situación, por vía de investigación y desarrollo tecnológico, se están buscando respuestas y es previsible una intensificación en el futuro. Sin embargo la moda puede dar una respuesta positiva. En paralelo con las tiendas de ropa de segunda mano, muchos diseñadores se están especializando en la creación de prendas de vestir recicladas.

2.4 Consumo de agua y generación de residuos urbanos

La industria textil es una industria que consume grandes cantidades de agua, energía y productos químicos auxiliares, además genera una gran cantidad de agua residual; estos efluentes poseen elevadas concentraciones de colorantes, contaminantes orgánicos refractarios, compuestos tóxicos, componentes inhibidores, tensoactivos, componentes clorados. etc. Por lo tanto, se constituyen en uno de los efluentes de más difícil tratamiento. Su actividad consiste en transformar fibras naturales (algodón, lana, seda, etc.) o sintéticas (poliéster, acrílicas, etc.) en prendas de vestir u otros productos. Abarca a una gran cantidad de industrias, en muchos casos pequeños o medianas, que desarrollan las diferentes partes del proceso productivo. Las principales operaciones que desarrollan son:

- Tratamiento de las materias primas (lavado, acondicionamiento, hilado).
- Fabricación de los tejidos (diferentes métodos).

- Acabado de los tejidos (cambiando propiedades físicas tales como el color).
- Fabricación de los productos finales (prendas de vestir, sábanas, cortinas, alfombras, etc.).

La contaminación de las aguas residuales (AR) textiles procede tanto de las impurezas o residuos presentes en la materia prima, como de los productos químicos añadidos durante su procesamiento. Las operaciones de tipo físico producen poca o ninguna agua residual pero las de tipo químico en vía húmeda sí generan un importante volumen. Los principales componentes del agua residual son las impurezas naturales que se encuentran en las fibras naturales y los compuestos químicos agregados durante los procesos empleados para el tratamiento de fibra, hebras o tejidos. Las plantas de procesamiento textil utilizan una amplia variedad de tintes y otros compuestos químicos, incluidos los ácidos, bases, sales, agentes humedecedores, tintes y otros acabados auxiliares. Muchos de estos no permanecen en el producto textil terminado, sino que se desechan después de un uso específico. El efluente combinado de una planta textil, por tanto, puede contener cualquiera de estos compuestos o todos ellos.

Las corrientes de agua de descarga provienen principalmente del desengomado (15%), desgrude y mercerizado (20%) y del blanqueo, teñido y lavado (65%). El mayor aporte de la carga orgánica proviene de la etapa del desengomado que aporta alrededor de 50% del total de DBO.

La cantidad de agua empleada en los procesos textiles varía en forma considerable, dependiendo del proceso específico y del equipamiento utilizado por la planta. Por ejemplo, en el teñido con colorantes dispersos, se utilizan entre 100 y 150 litros de agua por kilogramo de producto. En el teñido con colorantes reactivos, las cifras varían entre 125 y 170 litros por kilogramo de producto.

Los procesos de la industria textil no liberan grandes cantidades de metales; sin embargo, aun las pequeñas concentraciones involucradas pueden producir acumulación en los tejidos de animales acuáticos. Muchas veces los efectos se

observan a largo plazo, y en la mayoría de los casos son difíciles y costosos de tratar.

Las descargas también pueden aumentar la población de peces y algas debido a su alto contenido de nitrógeno, y agotar en el largo plazo el contenido del oxígeno disuelto en el agua. Los colorantes textiles tienen gran persistencia en el ambiente, y los métodos de eliminación clásicos no son útiles debido a que oxidaciones o reducciones parciales pueden generar productos secundarios altamente tóxicos.

Una gran proporción de los colorantes no son directamente tóxicos para los organismos vivos; sin embargo, la fuerte coloración que imparten a los medios de descarga puede llegar a suprimir los procesos fotosintéticos en los cursos de agua, por lo que su presencia debe ser controlada. En general, las moléculas de los colorantes utilizados en la actualidad son de estructuras muy variadas y complejas. La mayoría de ellos son de origen sintético, muy solubles en agua, altamente resistentes a la acción de agentes químicos y poco biodegradables.

Alrededor del 60% de los colorantes en uso en la industria textil actual son colorantes reactivos, que se caracterizan por formar una unión éter con la fibra, lo que garantiza una mayor duración del color en el tejido. Sus estructuras frecuentemente contienen grupos azo, antraquinona o ftalocianina. La mayoría de los colorantes utilizados en la industria textil no son biodegradables, y por lo tanto, el tratamiento de sus residuos líquidos no se resuelve de manera sencilla.

2.5 La industria de las confecciones

La industria de las confecciones textiles es intensiva en mano de obra, por lo que representa un sector muy importante en cuanto a la generación de empleos en el Perú. Los niveles de utilidades de esta industria sólo llegan hasta un 12% en el mejor de los escenarios, siendo la exportación la mejor alternativa. Esto no es un axioma, ya que dependiendo el modelo de negocio, o los mercados que se

atiendan, los niveles de tercerización, se puede mejorar notablemente la rentabilidad.

Las empresas de confecciones han crecido exponencialmente dentro de un mercado informal en donde han obtenido una evolución y desarrollo que superó todas las expectativas, convirtiéndose en todo un dinamismo comercial, que no ha sido paralelamente acompañado de un desarrollo estratégico empresarial, sino por el contrario, estas empresas son guiadas empíricamente por empresarios quienes desarrollaron sus habilidades en el día a día, basados principalmente en la experiencia.

No obstante, en los años recientes se viene experimentando modificaciones significativas en el modelo de gestión; esto responde a que los directorios y las gerencias principales están cambiando de generación. Dicho de otro modo, son los hijos de los empresarios fundadores quienes han comenzado a tomar las riendas del negocio, y por consiguiente aplican principios de administración más modernos.

A diferencia de la industria textil, en la que se puede encontrar empresas que se dedican exclusivamente a una parte del proceso, como el caso de la tejeduría o la tintorería, para el caso de las empresas de confecciones lo usual es encontrar las empresas completamente integradas desde la admisión de tela acabada hasta el empaque de la prenda terminada. Son estas empresas a su vez, quienes buscan la integración vertical hacia atrás. Ello es para reducir el riesgo o la dependencia de los proveedores o permitirse mejorar en tiempos de entrega. Es común por tanto, observar que todas en un inicio fueron confeccionistas y al cabo de un tiempo integraron la planta textil a sus operaciones.

La industria de las confecciones tiene un alto nivel de complejidad en la cantidad de personas que maneja. Una planta que factura USD 25 millones al año, puede llegar a emplear hasta 1,000 personas, y tener índices de rotación muy altos por naturaleza.

Por otra parte, la industria de las confecciones es un sector muy interesante para los gobiernos de países en vías de desarrollo, puesto que representa una gran fuente de empleo. Pero, la competencia en el entorno globalizado hace muy complicado mejorar los niveles salariales del personal.

2.5.1 Clasificación de las operaciones en la industria de las confecciones

En las operaciones, la industria de las confecciones utiliza maquinaria genérica para producir una variedad muy grande de productos por lotes pequeños o grandes, e incluso en serie (lotes de producción relativamente grandes), lo que la sitúa en el cuadrante de producción por lote a un nivel de repetitividad intermitente. En el proceso de costura, si bien existen operaciones muy específicas como el pespunte, la cadeneta, la puntada ciega, la costura plana, los ojales, entre otros; la suma de éstas produce una infinidad de posibilidades en una prenda terminada. Mientras más cambiante sea la moda de las prendas por confeccionar, más pequeños serán los pedidos, por lo que la rapidez y la flexibilidad se convierten en variables determinantes para competir.

2.5.2 Los procesos y las operaciones en la industria de las confecciones

El primer proceso es el corte y habilitado, es un proceso mediante el cual se cortan las piezas mediante cortadoras automáticas y semiautomáticas, siguiendo un patrón industrial. El segundo proceso es la confección propiamente o costura, que es la unión de piezas mediante distintos tipos de puntada. El tercer proceso, que en realidad involucra otros tantos, son los denominados decorativos: bordados, estampados, focalizados, entre otros. Finalmente, el cuarto proceso son los acabados de prenda que incluyen procedimientos de planchado, desmanchado, doblado, etiquetado, embolsado, encajado y embalado. Todo esto para que el

cliente sólo reciba y coloque en tienda el producto final que es la prenda acabada.

En la industria de las confecciones se puede encontrar las lavanderías industriales, que debido a requerimientos de la moda, hacen diferentes procesos de sobreteñido, desgaste, o efecto adicional. La lavandería es un proceso textil, porque transforma las propiedades de la tela, pero está incluido normalmente en la industria de las confecciones.

2.5.3 La administración de las operaciones en la industria de las confecciones

La planificación en la industria de las confecciones se realiza a pedido del cliente. Es muy común observar el nivel de ocupación de planta regularmente y por ello que los planes anuales están sujetos a múltiples variaciones. Si bien el grado de inversión no es muy alto en términos de maquinaria especializada, sí lo es en capital humano. Por ello son común las altas rotaciones en este tipo de industria.

La programación se hace con tiempos de ejecución aproximados, ya que cada operación en la etapa de costura son tiempos muy pequeños que miden actividades manuales principalmente. Los volúmenes de producción son menores, y muy susceptibles a variaciones ya que el mercado al que se atiende es el mercado de la moda, que de modo inherente es muy volátil.

La dirección de operaciones se enfoca principalmente en la maximización de beneficios ya que la competencia es muy alta en términos de precios y tiempos. Es una industria muy flexible, ya que es posible hacer una variedad enorme de artículos con unas pocas líneas. Y la variedad de especialización entre operarios es amplia.

Respecto al control, la industria de las confecciones se caracteriza por la supervisión en línea, y las auditorías finales. Asimismo, es usual evaluar casi diariamente el planeamiento versus la ejecución real de las operaciones.

CAPÍTULO III

MARCO LEGAL

En el presente capítulo se abarcan las regulaciones directas gubernamentales, que incluyen límites de emisión y vertido, tecnologías o productos, controles de ruido y residuos generados. Sin embargo, a pesar de ser el común denominador de todas las empresas del mundo, no es un mecanismo primordial para poder adoptar la protección ambiental.

Las autorregulaciones son iniciativas adoptadas por las empresas para regularse a sí mismas, a través de la fijación de estándares, supervisores y metas para la reducción de la contaminación.

3.1 Ley N° 27314

Este decreto supremo hace referencia a la Ley General de Residuos Sólidos, donde se establecen los derechos, obligaciones, atribuciones y responsabilidades de la sociedad en su conjunto, para asegurar una gestión y manejo de los residuos sólidos, sanitaria y ambientalmente adecuada, con sujeción a los principios de minimización, prevención de riesgos ambientales y protección de la salud y el bienestar de la persona humana. Entre sus principales artículos tenemos:

- Artículo 5°: El Consejo Nacional del Ambiente (CONAM) es la autoridad competente para coordinar, promover y concertar el adecuado cumplimiento y aplicación de la ley, con las autoridades sectoriales y municipales de acuerdo a las competencias establecidas en la Ley y en sus respectivas normas de organización y funciones.

- Artículo 6°: la Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA) será la autoridad nacional encargada de la gestión de residuos previstos en la ley y también las Direcciones de Salud (DISA) o las direcciones regionales de

salud, según corresponda. La DIGESA se encarga de aprobar el Estudio de Impacto Ambiental (EIA) y el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA). Las direcciones de salud y direcciones regionales de salud se encargan de aplicar medidas administrativas y de seguridad, en coordinación con la DIGESA y sancionar los hechos o acciones que determinen riesgos y comprometan el ambiente, seguridad y la salud pública.

- Artículo 8º: la municipalidad tanto provincial como distrital, es responsable por la gestión y manejo de los residuos de origen domiciliario, comercial y de aquellos similares a estos originados por otras actividades.
- Artículo 9º: el manejo de los residuos que realiza toda persona deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado de manera tal de prevenir impactos negativos y asegurar la protección de la salud.
- Artículo 17º: todo tratamiento de residuos previo a su disposición final, será realizado mediante métodos o tecnologías compatibles con la calidad ambiental y la salud, de acuerdo a lo establecido en el reglamento y a las normas específicas.
- Artículo 34º: El manejo de sedimentos o lodos provenientes del dragado de cursos de agua, que se realiza con fines de limpieza, se realizará con la autorización del sector agricultura a través del Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA), previa opinión técnica favorable de la DIGESA, indicando: las características físicas, químicas y biológicas del material a retirar; la metodología de extracción y la tecnología de tratamiento o disposición final.
- Artículo 58º: Todos los proyectos para la implementación de instalaciones de comercialización deben contar con una Declaración de Impacto

Ambiental (DIA) o con un Estudio de Impacto Ambiental (EIA), según corresponda. Si se encuentran operando, presentarán un Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), de acuerdo a la Guía respectiva que elaborará la DIGESA. Estos documentos, serán aprobados por la DIGESA, con excepción de aquellas instalaciones de comercialización que se construyan al interior de las instalaciones productivas, concesiones de extracción o aprovechamiento de recursos naturales de responsabilidad del generador, las que estarán sujetas a los instrumentos de gestión ambiental sectoriales respectivos. En el caso de presentación de PAMA, el plazo de cumplimiento de los compromisos comprendidos en dicho programa no deberá exceder de tres (03) años.

3.2 Ley N° 29325

El presente Reglamento tiene por objeto regular los alcances de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental (SINEFA), y establecer los principios, procesos y normas que regulan la actuación del OEFA y de las demás entidades conformantes de dicho Sistema; en concordancia con el rol tutelar del Estado sobre el interés público y el derecho de toda persona a vivir en un ambiente equilibrado para el desarrollo de la vida.

- Artículo 3°: detalla las siglas utilizadas
 - MINAM: Ministerio del Ambiente.
 - OEFA: Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
 - EFA: Entidad de Fiscalización Ambiental
 - PLANEFA: Plan Anual de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
 - SINEFA: Sistema Nacional de Evaluación y Fiscalización Ambiental.
 - SNGA: Sistema Nacional de Gestión Ambiental.
 - RUISA: Registro Único de Infractores y Sanciones Ambientales.

- Artículo 5°:

El SINEFA es un sistema funcional, en el marco de lo establecido en la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo, que comprende un conjunto de principios, normas, procedimientos, técnicas e instrumentos mediante los cuales se organiza la fiscalización ambiental que es desarrollada por sus entidades conformantes; en el ámbito de sus respectivas competencias. El SINEFA forma parte del Sistema Nacional de Gestión Ambiental (SNGA) y se relaciona con los demás sistemas del Sector Ambiental que conforman el SNGA a través de relaciones de coordinación y estrecha colaboración. El SINEFA tiene como objetivo general articular a las entidades que lo conforman a efectos de asegurar que la fiscalización ambiental se constituya en una herramienta efectiva para el cumplimiento de la política ambiental en los diversos niveles de gobierno.

- Artículo 8°:

El OEFA, en su calidad de Ente Rector del SINEFA, constituye la autoridad técnica normativa a nivel nacional en materia de fiscalización ambiental, dirige la operatividad del Sistema y asegura su correcto funcionamiento. El OEFA como Ente Rector del SINEFA, tiene las siguientes atribuciones:

- Emitir normas, lineamientos y procedimientos de alcance nacional en materia de fiscalización ambiental, administración y correcto funcionamiento del SINEFA.
- Aprobar los lineamientos para el ejercicio de la fiscalización ambiental a nivel nacional, regional y local.
- Emitir opinión vinculante sobre la materia del SINEFA.
- Capacitar y difundir la normatividad del SINEFA.

- Requerir información a las EFA referida al ejercicio de sus funciones de fiscalización ambiental.
 - Implementar, dirigir y administrar el conjunto de procedimientos que permitan la sistematización y difusión de la información que se genere a nivel del SINEFA, en materia de fiscalización ambiental. Este se regulará mediante directiva aprobada por resolución del Presidente del Consejo Directivo del OEFA
 - Formular y proponer ante el Sector competente, la normativa requerida y su mejora para fortalecer el ejercicio de las funciones de fiscalización ambiental.
 - Formular medidas para optimizar los resultados de las actuaciones de las EFA y el adecuado funcionamiento del Sistema.
 - Fortalecer las capacidades de las EFA propiciando su modernización, la capacitación de sus recursos humanos y la mejora de los medios utilizados para la fiscalización ambiental a su cargo.
- Artículo 17°:

Las funciones del OEFA en materia de fiscalización ambiental son complementarias a las que le corresponde en su calidad de Ente Rector del SINEFA. El OEFA es autónomo en el ejercicio de sus funciones, para asegurar el cumplimiento de la legislación ambiental y compromisos ambientales, en el marco de sus competencias; el fortalecimiento de capacidades; y la cooperación interinstitucional en materia de fiscalización ambiental.

CAPÍTULO IV

MARCO TEÓRICO

4.1 Antecedentes

En la década de los ´80 e inicios de los ´90, las agencias ambientales en los EE.UU y Europa reconocieron que el marco tradicional de control de la basura industrial y la contaminación debía ser mejorado, animando a distintas industrias a aplicar políticas preventivas de mayor impacto, como los tratamientos de efluentes y residuos. Varios estudios habían demostrado que en las compañías relevadas, si los procesos se hubieran manejado con más eficiencia, hubieran comenzado con la reducción de la contaminación, tiempo atrás.

La Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable de Johannesburgo, estableció como uno de los objetivos del plan de acción la necesidad de modificar las prácticas no sustentables de producción y consumo, incrementando entre otras cosas, las inversiones en programas de producción más limpia y eco eficiencia, a través de centros de producción más limpia.

En países en vías de desarrollo, en el cual el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) es un recurso importante para la política ambiental, no existían o había débiles regulaciones para el tratamiento de la contaminación. La prevención sería por tanto rentable a través de una mejora en el manejo, logrando mayor eficacia como la única manera de reducir la contaminación de la industria. El PNUMA llamó a esto “Producción más Limpia”, CP (Cleaner Production) o P+L y promovió su aplicación convirtiéndose en el término usado en casi todos los países, con excepción de los Estados Unidos donde se utilizaba Prevención de la Polución.

No hay una diferencia verdadera entre los conceptos de Producción más Limpia y Prevención de la Polución, pues ambos se han ampliado para incluir el ciclo

vital completo de productos y de los procesos, por lo tanto, el uso de cualquiera de los dos métodos es indistinto.

Estos conceptos han sido aplicados a una diversidad de sectores industriales, entre ellos el más importante el sector textil dado su crecimiento en los últimos años, la industria textil se constituye en el Perú como uno de los espacios de empleo directo de mayor repunte.

Llegando a estar en los primeros lugares de sectores que más mano de obra emplean. Según estimaciones realizadas, alrededor de 25.000 personas laboran directamente en empresas textiles, y más de 100.000 lo hacen indirectamente por lo que es necesario hacer sus procesos más eficientes, al ser catalogado como un sector consumidor de recursos y las presiones por la legislación ambiental, el sector busca soluciones ambientales para minimizar los impactos negativos de la actividad textil.

Muchas compañías implantan Sistemas de Gerencia Ambiental, buscan la "producción más limpia" y obteniendo certificación ISO 9001 y 14001. Nuevos paradigmas de fabricación y distribución de los textiles, respaldan la conquista de nuevos consumidores y nuevos mercados.

El problema de alcanzar mayores niveles de eficiencia, productividad, competitividad y rentabilidad además de reducir los riesgos al ambiente, el sector textil ha encontrado en las estrategias de producción más limpia (P+L) la solución a sus problemas.

Los efluentes líquidos de la industria Textil, del área de teñido y lavandería son altamente contaminantes, debido a sus elevadas concentraciones de sustancias químicas, sin embargo en esta industria también se generan residuos sólidos y gaseoso en mínimas cantidades.

Por otro lado sus procesos productivos de este tipo de industria están constituidos por una cadena de operaciones que requieren grandes cantidades de

agua, la misma que se obtienen de pozos subterráneos que las mismas industrias construyen, dichas aguas son desechadas al sistema de alcantarillado, el cual no cumple con los límites máximos permisibles.

En las últimas décadas el sector industrial textil ha mostrado tener diversos problemas ambientales, el principal de ellos es el mal uso del agua, por tanto el impacto ambiental al desechos sus efluentes líquidos es de su suma importancia por las diferentes normas que existen.

En casi todos los procesos de la industria textil se consumen inmensas cantidades de agua diariamente. No obstante, estos efluentes líquidos se caracterizan por su gran demanda química de oxígeno (DQO), altas temperaturas, alto contenido de colorantes, pH inestable, sólidos en suspensión y diferentes compuestos clorados.

En su mayoría los efluentes producidos por la industria textil son desechados al alcantarillado sin previo tratamiento; en consecuencia se infringen diferentes normas existentes por el País. De acuerdo al marco de la ley se trata de buscar un tratamiento adecuado a los efluentes a fin de reducir esta contaminación.

4.2 Producción Más Limpia (PML)

La Producción Más Limpia es la continua aplicación de una estrategia ambiental preventiva, integrada a los procesos, productos y servicios, con el fin de mejorar la eco-eficiencia y reducir los riesgos para los humanos y el medio ambiente.

La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) desarrolló la metodología de Producción Más Limpia basado en:

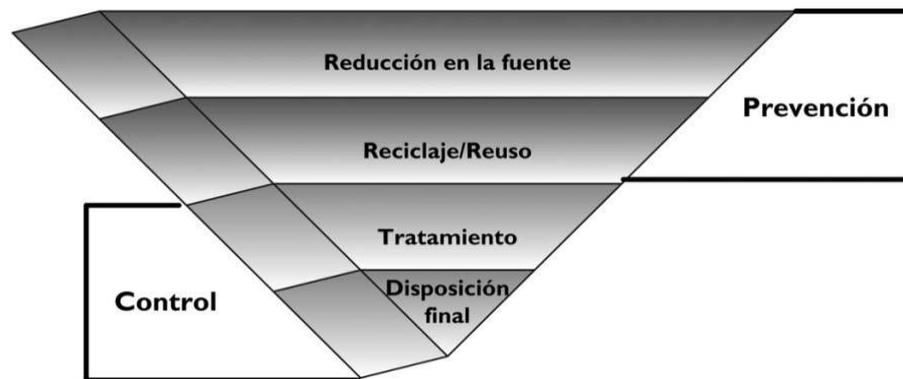
- Identificar las oportunidades para usar de mejor manera los materiales.
- Minimizar la generación de los residuos y emisiones.

- Utilizar racionalmente la energía y el agua.
- Disminuir los costos de operación de la planta industrial.
- Mejorar el control de procesos e incrementar la rentabilidad de las empresas

Al implantar una política de Producción Más Limpia, se busca pasar de un proceso poca eficiencia de control a un proceso eficiente, permitiendo un ahorro y conservación de materias primas, insumos, agua, energía a lo largo del proceso industrial.

El proceso de la reducción de la contaminación se realiza en 4 niveles de acción, dentro de los cuales se encuentran niveles preventivos (la reducción y el reciclaje / reutilización) y los costos (tratamiento y disposición final), tal como se observa en la siguiente figura:

Cuadro 2
Esquema de los niveles de reducción de contaminación



Fuente: ONUDI – 1999

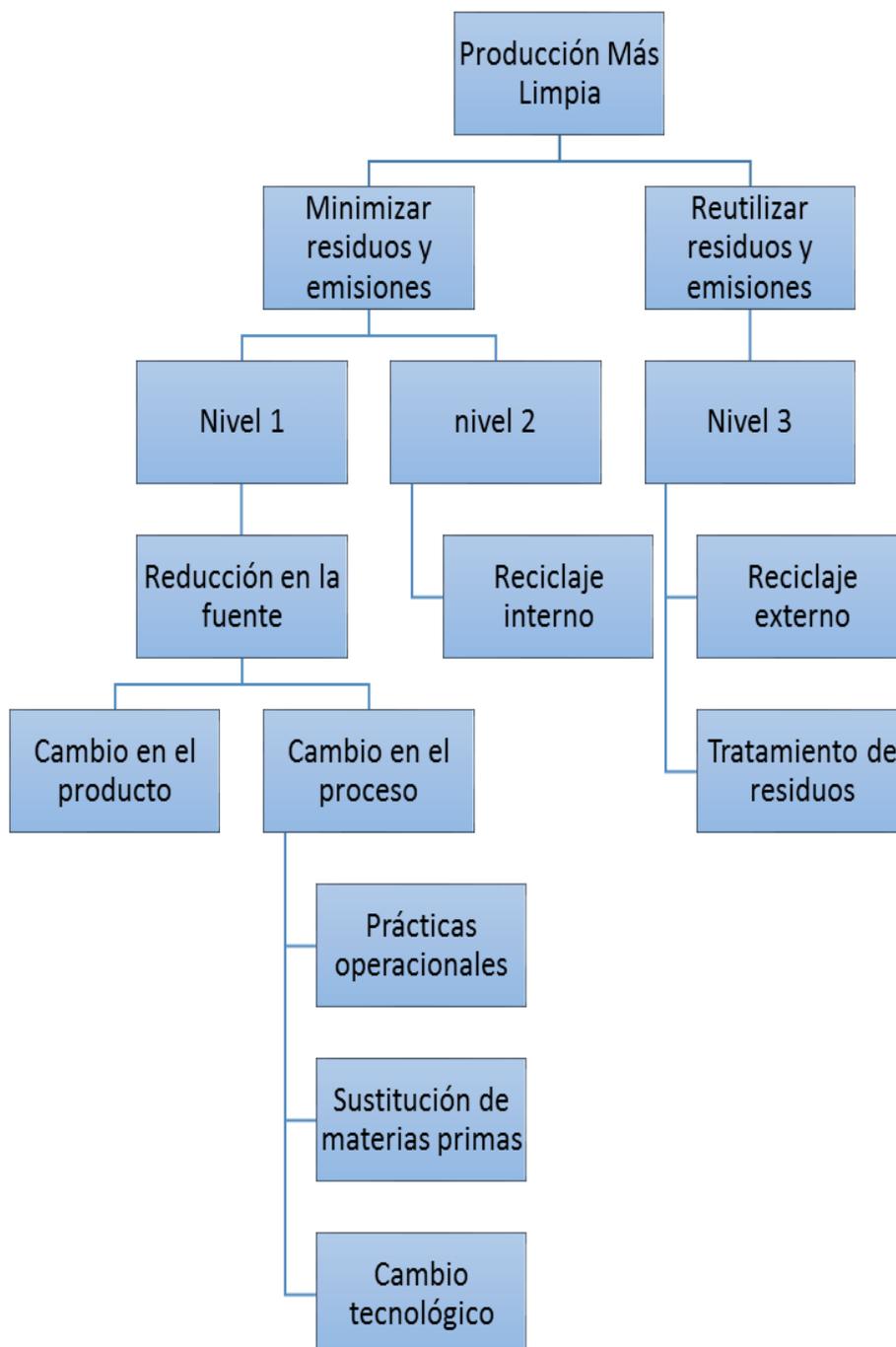
4.2.1 Estrategias de Producción Más Limpia

La Producción Más Limpia se enfoca en 3 niveles principalmente para aplicar las estrategias y lograr los objetivos deseados, estos niveles son:

- Nivel 1: aquí se enfoca en forma intensiva la Producción Más Limpia, con un fuerte análisis exhaustivo de proceso y métodos de producción.
-
- Nivel 2: aquí se centran las estrategias de reciclaje de los residuos y el reuso interno de los mismos.
- Nivel 3: se enfoca en el reciclaje externo y el tratamiento de residuos sólidos, líquidos o gaseosos.

Esto lo apreciaremos en la siguiente figura, en la cual se detallan los niveles donde se deben aplicar las estrategias y logros para la Producción Más Limpia.

Cuadro 3
Niveles de aplicación de Producción Más Limpia



Fuente: ONUDI – 1999

4.2.1.1 Estrategias de Nivel 1

En este nivel se basa en un concepto fundamental, el cual es “REDUCCION EN LA FUENTE”. En esta etapa se realizan todas las acciones de la metodología de Producción Más Limpia a fin de prevenir y reducir la contaminación como también hacer más rentable la producción de un producto y/o servicio. La acción de este nivel se enfoca en cambios de producto o proceso a fin de prevenir la contaminación.

Si se realizan cambios en el producto se debe realizar un nuevo producto con características idénticas de calidad y misma finalidad de usos, se debe obtener: un diseño óptimo del producto, uso eficiente de materias primas, aplicar tecnologías que generen mínimos desechos.

Si se generan cambios en el proceso se deben de generar varias oportunidades para la Producción Más Limpia como: buenas prácticas operacionales de la organización (ejecutado por el personal administrativo como el personal de manufactura), sustitución de materias primas (para reducir mermas y contaminación) y cambios tecnológicos (para reducir consumos de energía).

4.2.1.2 Estrategias de Nivel 2

Luego de haber reducido los residuos en la fuente, a aquellos que no se han logrado eliminar se les debe dar la opción de:

- Reusarlos intermitentemente.
- Recuperarlos, como materia prima para otro proceso.
- Crear subproductos.

4.2.2 Metodología de Producción Más Limpia

Según el Centro Ecuatoriano de Producción más Limpia, en el documento: Manual de la Producción más Limpia para la Industria Textil (2005), señala: “La metodología a aplicar es la evaluación técnica, económica y ambiental de los procesos productivos con el objeto de identificar oportunidades que posibiliten su mayor eficiencia y eficacia con el menor costo ambiental, mencionando las estrategias ya mencionadas”.

La aplicación de la metodología de la Producción más Limpia se implanta en cinco etapas las que se descomponen en veinte pasos.

Cuadro 4

Metodología de Producción Más Limpia

ETAPAS DEL PROGRAMA	PASOS	OBJETIVOS	PRINCIPALES PRODUCTOS
ETAPA 1 Planeación y Organización	Paso 1	Lograr el compromiso de la gerencia de la empresa para apoyar la implementación de un programa de Producción Más Limpia.	Organización del equipo de trabajo y definición del alcance del programa de Producción Más Limpia.
	Paso 2	Establecer el alcance y las metas del programa.	
	Paso 3	Formar el eco equipo conductor del proyecto, integrado por el personal de mando operativo y estableciéndose la periodicidad y horario de las reuniones.	
	Paso 4	Presentar la metodología e identificar las barreras y soluciones.	
ETAPA 2 Evaluación previa	Paso 5	Realizar la pre evaluación con las informaciones existentes.	Identificación de las prioridades del programa de Producción Más Limpia y sus indicadores.
	Paso 6	Elaborar el diagrama de flujo de los procesos y las tablas de evaluación.	
	Paso 7	Identificar prioridades y sus principales indicadores.	
ETAPA 3 Estudios y Evaluaciones	Paso 8	Elaborar el balance de materia y energía.	Obtención de un conjunto de proyectos de Producción Más Limpia.
	Paso 9	Identificar las causas de generación de residuos y desperdicios.	
	Paso 10	Identificar y pre-seleccionar oportunidades de Producción Más Limpia.	
	Paso 11	Seleccionar las opciones de Producción Más Limpia prioritarias y las secuencias de implantación.	
ETAPA 4 Elaboración de los proyectos de Producción Más Limpia	Paso 12	Evaluación de los datos obtenidos en la etapa 3.	Obtención de un conjunto de proyectos de Producción Más Limpia.
	Paso 13	Estudios de factibilidad técnica.	
	Paso 14	Estudios de factibilidad económica.	
	Paso 15	Estudios de factibilidad ambiental.	
	Paso 16	Seleccionar las opciones más factibles a corto plazo.	
ETAPA 5 Implementación y planes de manejo	Paso 17	Preparar en plan de implementación de Producción Más Limpia.	Proyectos y plan de monitoreo implantados.
	Paso 18	Implantar las opciones de Producción Más Limpia.	
	Paso 19	Supervisar y evaluar el alcance a través de un plan de monitoreo.	
	Paso 20	Evaluar evolución de los indicadores y mantener el plan de mejoramiento continuo.	

Fuente: CEPL (2005). Manual de Producción Más Limpia para la industria Textil, Quito.

4.2.3 Beneficios de la Producción Más Limpia

Son muchos los beneficios que se obtienen con la Producción Más Limpia, debido a esto serán separados en cuatro grandes grupos, los cuales son expuestos a continuación:

4.2.3.1 Beneficios ambientales

- Disminución de la toxicidad y volumen de residuos contaminantes.
- Reducción de los daños a ecosistemas.
- Preservación de los recursos naturales.
- Cumplimiento de las normas y regulaciones ambientales.
- Reducción de desperdicios de materia prima, agua y energía.
- Optimización en el aprovechamiento de materia prima.

4.2.3.2 Beneficios económicos

- Reducción de costos por optimización del uso de las materias e insumos en general.
- Ahorro por mejor uso de los recursos (agua, energía, etc.).
- Reducción de los niveles de inversión asociados al tratamiento o disposición final de residuos.
- Aumento de ganancias.

4.2.3.3 Beneficios operacionales

- Aumento de eficiencia de los procesos.
- Mejora de las condiciones de seguridad y salud ocupacional.
- Mejora de las relaciones con la comunidad y autoridad de aplicación ambiental.
- Reducción de la generación de residuos.
- Aumento de la motivación del personal.

4.2.3.4 Beneficios comerciales

- Mejora el posicionamiento de los productos que se venden en el mercado.
- Mejora la imagen corporativa de la empresa.
- Facilita el acceso a nuevos mercados.
- Aumenta las ventas y margen de ganancias.

4.2.4 Barreras de la Producción Más Limpia

En general justifica la lentitud de la reconversión empresarial hacia una mejor gestión ambiental en los países en desarrollo, principalmente por la resistencia al cambio como un problema cultural y por la dificultad de acceso a la información y a financiación. Igualmente el enfoque hacia mercados locales reduce las exigencias ambientales que pueden presentarse en las exportaciones hacia mercados globales.

Sin embargo, debido a la irrupción de la globalización en los negocios del mundo, lo que significa cambios profundos en la forma de producir y

vender, y aunque los países en desarrollo han sido algo más lentos, no se necesitan grandes esfuerzos de convicción para que las empresas grandes y pequeñas busquen oportunidades de negocios en ese nuevo entorno.

De hecho, aunque la conciencia de la problemática ambiental ha crecido mucho en los últimos años, estudios de las naciones unidas indican que menos del 20% de las empresas norteamericanas y europeas están a la vanguardia de los avances en eco eficiencia y producción limpia.

4.3 El algodón

4.3.1 Generalidades

El Algodón es una fibra textil vegetal que crece alrededor de las semillas de la planta del algodón, un arbusto del genero *Gossypium*, perteneciente a la familia de las malváceas.

Las fibras de algodón se originan alrededor de las semillas de algodón, sus capsulas tiene de 3 a 4 lóbulos, que se abren en la madurez, cada uno de estos lóbulos contiene de 5 a 10 semillas y cada semilla está recubierta con un promedio de 15000 fibras.

La planta varia de 2 a 20 pies de altura de acuerdo al tipo de algodón, en particular requiere de un clima cálido con aproximadamente seis meses de verano para su completo desarrollo.

El algodón es la fibra natural más importante que se produce en el mundo, en la actualidad representa casi la mitad del consumo mundial de fibras textiles, cabe resaltar que no todas las especies del genero *Gossypium* tienen valor comercial, la longitud y el grueso de la fibra dependen de su procedencia.

4.3.2 Composición química del algodón

La composición química del algodón se resume en el siguiente cuadro:

Tabla 3

Composición química del algodón.

Componente	Composición (%)
Celulosa pura	91.5
Agua de su composición	7.5
Materiales nitrogenadas	0.5
Grasa y ceras	0.3
Materiales minerales	0.2

Fuente: Propiedades de la fibra de algodón, Bélgica (2008)

Como podemos observar la materia predominante en el algodón es la celulosa pura, que se presenta en forma de moléculas más o menos orientadas. De aquí proviene el nombre de materias celulosa que reciben el nombre de fibras vegetales.

El algodón es muy sensible a la acción de los ácidos que lo destruyen o modifican profundamente

Los álcalis, como la soda caustica y el carbonato de sodio en soluciones débiles no afectan demasiado a pesar de elevar el baño a altas temperaturas, esta propiedad permite el descruzado y la limpieza de la fibra en forma de hilados y tejidos.

4.3.3 Propiedades físicas y químicas del algodón

Las propiedades físicas de las fibras se resumen en el siguiente cuadro:

Tabla 4

Propiedades físicas del algodón.

Peso específico	1.52
Resistencia específica	Seco 3.5
	Húmedo 4.0
Temperatura de operación (°C)	95
Absorbencia (%)	7-11
Recuperación elástica (%)	5-7
Elongación (%)	3
Resistencia a la luz solar	Buena
Resistencia a la abrasión	Buena
Densidad	1.52 (g/cc)
Punto de fusión	No se funde
Temperatura de planchado	218°C
En la llama	Arde
Cenizas	Gris, muy ligera de bordes suaves
Hongos	Atacada

Fuente: Propiedades de la fibra de algodón, Bélgica (2008)

Las propiedades químicas de la fibra de algodón se resumen en el siguiente cuadro.

Cuadro 5

Propiedades químicas del algodón

Efecto de los ácidos	Dañada
Efecto de los álcalis	Resistente
Olor	Papel quemado
Efectos de los solventes orgánicos	Resistente

Fuente: Propiedades de la fibra de algodón, Bélgica (2008)

4.4 Colorantes

4.4.1 Definición

Son sustancias químicas que tienen la propiedad de transferir color a las fibras, las cuales son capaces de teñir las diferentes fibras naturales o sintéticas. Para que un colorante sea útil debe ser capaz de unirse fuertemente a la fibra, y en el proceso de lavado no debería de perder su color, además debería de ser estable químicamente y soportar la acción de la luz.

Los colorantes utilizados actualmente pueden ser productos naturales (extraídos de plantas naturales o animales) o bien de síntesis industriales (fabricados por una reacción química a gran escala).

4.4.2 Clasificación de los colorantes

Colorantes naturales: son extraídos principalmente de plantas, animales y minerales., y durante milenios fue descubriendo nuevas fuentes y métodos de obtención que mejoró día a día la calidad en los hilos y tejidos. Durante muchos años los colorantes naturales fueron desplazados poco a poco por los colorantes sintéticos, pero debido a la contaminación medioambiental y los problemas sanitarios que esto acarrea, hace un par de décadas se observa un notable resurgimiento de los colorantes naturales.

Colorantes sintéticos: esto se dio gracias al desarrollo de la química y la tecnología permitió la producción de colorantes a partir de derivados del petróleo. Estos tipos de colorantes artificiales son superiores a las de los naturales, tanto por las propiedades físico-químicas como por las ventajas funcionales que estos muestran tanto en su aplicación como una vez teñidos. Poseen una gran resistencia a la degradación en cualquiera de sus

formas, ha sido tan perfeccionada que en la vestimenta actual la vida del color ya es comparable a la propia vida del tejido y de la misma prenda.

4.4.3 Estructura química de una colorante

Una sustancia colorante tienen por lo menos dos grupos presentes en su molécula: el grupo cromóforo y el grupo auxocromo.

Grupo Cromóforo: son grupos de átomos que presentan uno o más enlaces insaturados y que su presencia es la responsable de generar color al compuesto.

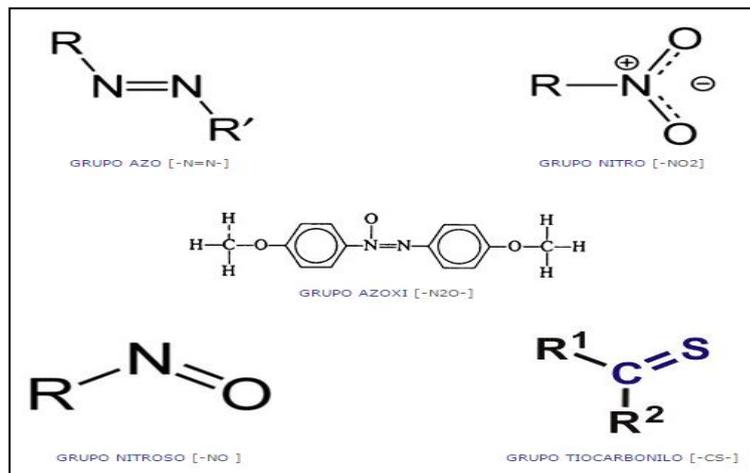


Figura 5: Grupos cromóforos

Grupo Auxocromo: se les denomina así a los átomos con carga positiva que poseen la propiedad de intensificar la acción de un grupo cromóforo dentro de la misma molécula de una sustancia. El grupo auxocromo intensifica el color. Su carga positiva hace desplazar los picos de absorción de luz de los grupos insaturados hacia longitudes de onda larga, además de aumentar sus intensidades.

4.5 Proceso de teñido

El aseguramiento del acabado textil en su mayoría depende en un alto porcentaje de la eficiencia y calidad dada durante su proceso y operación. Se debe tener en cuenta que cuanto mejor y más uniforme es el descrudado del algodón, más brillantes son los matices obtenidos en la tintura, más claros los efectos de contraste y más satisfactorios la parte de los acabados químicos o mecánicos.

4.5.1 Descrude

El descrude tiene como misión eliminar impurezas naturales del algodón, semillas, sustancias grasas y minerales; este tratamiento ayuda a liberar los grupos reactivos de la celulosa y aumenta el grado de blancura en los tejidos del algodón.

El proceso del descrude está compuesta de la siguiente manera:

Cuadro 6

Proceso del descrude

Álcalis	Sosa caustica u otros álcalis
Detergente – Humectante	Preferentemente biodegradables
Agente secuestrante	Según el ión a secuestrar

Consiste en tratar la tela con sosa cáustica, dispersante y humectante a ebullición (80-90C°) donde la hemicelulosa, pectinas, ceras, aceites, grasas y proteínas, resultan saponificadas o degradadas por la acción del álcali y temperatura hasta hacerse solubles en agua, para un lavado posterior eliminarlas completamente, lográndose como resultado una buena absorbencia.

Es necesario en esta fase adicionar un buen humectante y dispersante resistente al álcali, para conseguir una mayor y más rápida penetración de la sosa cáustica y mantener en suspensión las sustancias disueltas.

4.5.2 Pre-blanqueamiento químico

El peróxido de hidrógeno (H_2O_2) es el blanqueador textil más utilizado, por ser menos nocivo para la salud del operador, no contamina el ambiente, fácil manejo y no producen ningún daño a la fibra también llamado blanqueo en caliente en el cual el género se sumerge en la solución de blanqueo a temperatura ambiente y luego, se calienta aproximadamente de 80 a 90°C durante 30 a 45 minutos.

Los estabilizadores orgánicos son menos eficaces por que los complejos que forman no soy muy estables y tiene alguno inconvenientes como la formación de precipitados por perdida de agua y difícilmente se elimina por lavado ya que forman incrustamientos muy duros en las paredes de la máquina y tactos duros y ásperos en la tela.

En este proceso se debe de tener muy controlados ciertos parámetros, como lo son el pH, temperatura, tiempo y las concentraciones para poder obtener los resultados deseados.

4.5.3 Teñido

Este proceso se basa en algunas propiedades de las moléculas orgánicas de retener la luz en una determinada longitud de onda dentro del espectro visible.

El principio de teñido utilizado en la industria textil es el agotamiento, que consiste en un baño acuoso con colorantes que tienen afinidad por la fibra.; el colorante parcialmente soluble en el baño de teñido, es transportado a la superficie de la fibra por el movimiento del líquido

colorante, en ese momento es adsorbido en la superficie de la fibra y se difunde en la misma.

Para teñir por agotamiento las formulas están relacionadas con el peso de los productos textiles. El final del proceso se caracteriza por la fase en equilibrio, cuando la concentración del colorante en la fibra y en el líquido no cambia.

4.6 Impacto ambiental del proceso de teñido en la industria

Se debe de tener en cuenta que el recurso que mayor impacto sufre es el agua, es por ello que las medidas de Producción Más Limpia están orientadas a minimizar estos efluentes, combinando modificaciones del proceso y sustituyendo algunos productos a fin de disminuir las concentraciones de los efluentes.

Los procesos textiles en general generen diferentes tipos de desechos y contaminantes; se generan efluentes líquidos, emisiones gaseosas, desechos sólidos, desechos peligrosos, ruido y riesgo a la salud y seguridad de los operadores.

El proceso del teñido es el proceso que más contamina dentro de esta industria, esto se debe a la generación de carga de contaminantes e impacto al medio ambiente. Por su naturaleza de ser un proceso húmedo, genera gran cantidad de efluentes contaminantes por colorantes, auxiliares químicos y sólidos suspendidos.

CAPÍTULO V
LÍNEA DE REFERENCIA (DIAGNÓSTICO DE PRODUCCIÓN MÁS LIMPIA)

5.1 Ubicación

La industria Textil La Merced S.A. se encuentra ubicada en la ciudad de Lima, Calle 2, Mza C, Lt 11, Urb. La Merced, en el distrito de Santa Anita; sus instalaciones cuenta con 1200 m².

5.2 Información de la empresa

Tabla 5
Información de la Empresa Textil La Merced S.A.

Razón social:	TEXTIL LA MERCED S.A.		
Nombre comercial:	TEXTIL LA MERCED S.A.		
Propietario:	Sucuzhañay Acosta Israel		
Dirección:	Cal. 2 Mz C Lt 11	Urbanización:	La Merced
Teléfono:	511-3487257	Fax:	
Ciudad:	Lima	Distrito:	Ate Vitarte
Página de Internet:			
RUC:	20549511750		
Rama de actividad:	Industria Manufacturera		
Fecha de inicio de funcionamiento de la planta industrial:	07/09/1992		
Régimen de funcionamiento:	24 Hr / día		
Clasificación:	INDUSTRIA TEXTIL		
Clasificación cuanto al tamaño:	Micro Empresa		
Fuente: Textil La Merced S.A.			

Tabla 6

Número de empleados propios

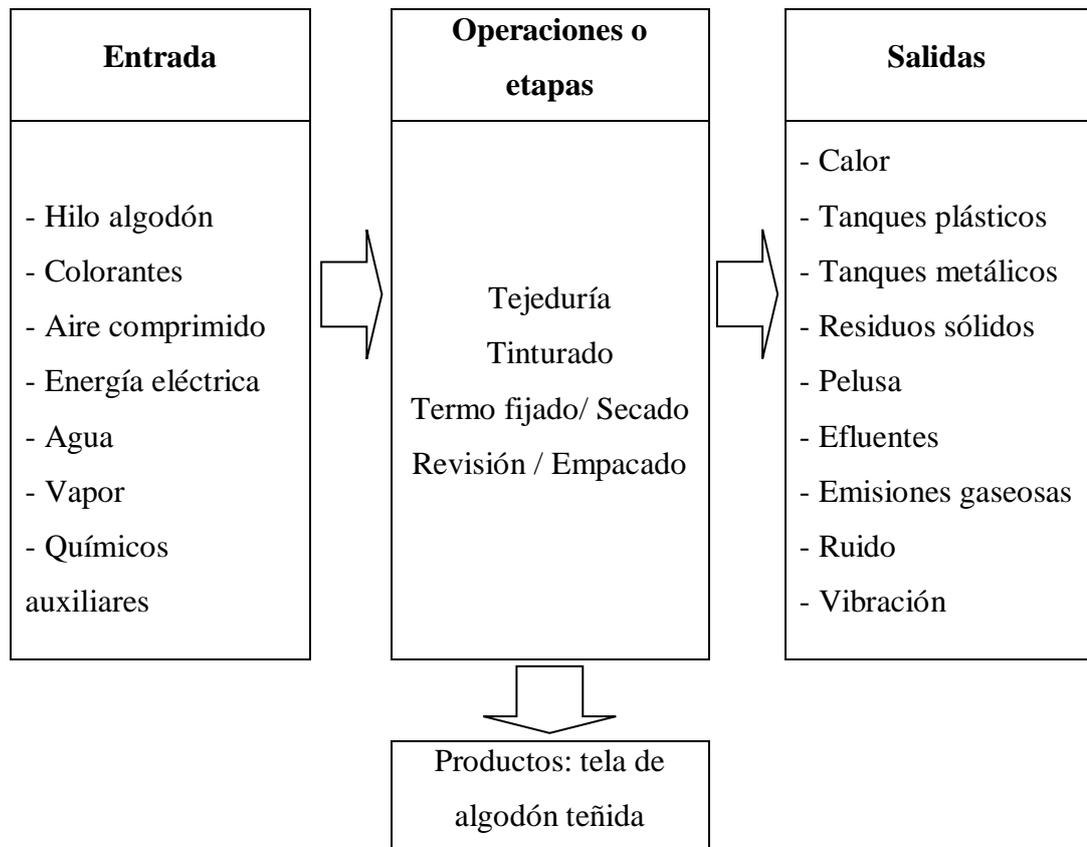
Área	Propios
Administración	5
Tintorería	17
Tejeduría	4
Confección	80

Fuente: Textil La Merced S.A.

5.3 Análisis de los procesos de la Empresa

Cuadro 7

Diagrama general de elaboración de telas



Fuente: Elaboración propia

5.4 Elaboración de telas

5.4.1 Tejeduría

Para el proceso de tejeduría se realizan dos sub-productos, los cuales son el tejido para tela de cuerpo y tejido de tela para cuellos y puños, ambos son explicados a continuación.

5.4.1.1 Tejido para tela de cuerpo

Las bobinas de hilos son trasladados del almacén de materia prima para ser colocados en las maquinas hiladoras, estas máquinas entrelazan las fibras de los hilos para conformar una malla denominada “de punto”.

5.4.1.2 Tejido de tela para cuellos y puños

Las bobinas de hilos son colocados en máquinas rectilíneas, en donde se elabora un tejido especial para cuellos y puños, dicha máquina es llamada RIBB, que brinda la característica principal elástica, lo que permite regresar a su condición inicial que termina la fuerza que la estira.

Figura 6: Área de tejido 1



Fuente: elaboración propia

5.4.2 Teñido

Este proceso cuenta de diferente sub-etapas, los cuales son detallados a continuación.

5.4.2.1 Descrude

Este proceso se inicia a 65°C y se va aumentando con un gradiente de 3.5°C por minuto hasta llegar a 98°C durante un tiempo de 15 minutos, este proceso se realiza con carbonatos, humectantes y detergentes suaves a fin de realizar la eliminación de la materia orgánica no deseada en la fibra textil.

Tabla 7

Patrón del proceso de descrude.

Productos	Concentración (g/l)	Peso (kg)	Costo (\$/kg)
Detergente	0.8	1200	1.10
Soda caustica	2.0	3200	1.73

Fuente: Elaboración propia.

5.4.2.2 Blanqueo

Debido a la suciedad de las telas crudas se utiliza una solución diluida de agente blanqueador (agua oxigenada) y detergente biodegradable, lo que nos ayuda a dar el medio alcalino necesario para el blanqueo de la tela. Este proceso se inicia a 40°C y se sube la temperatura de 2°C por minuto hasta 90°C por un espacio de 30 minutos.

5.4.2.3 Tenido

En este proceso se ingresa la tela blanqueada a las máquinas de teñido, las cuales se llenan de agua de manera automáticamente cuyo volumen se ve relacionado con la cantidad de tela ingresada; para este proceso también se requiere de agua caliente, para lo cual se pone en funcionamiento automáticamente el caldero. La temperatura y duración del baño de teñido dependerá de la coloración solicitada por el cliente. Este proceso se realiza en promedio a 80°C por un tiempo de 60 minutos.

Tabla 8

Patrón del proceso de teñido

Productos	Concentración (g/l)	Peso (kg)	Costo (\$/kg)
Dispersante	1.3	1950	1.73
Secuestrante	1.3	1950	1.14
Antiquiebre	2.6	3900	0.38
Sal	80	120000	0.31
Carbonato	3.5	5250	2.50
Colorante rojo	2.55%	8.265	8.69
Colorante verde	1.62%	5251	10.65

Fuente: Elaboración propia

- Dispersante: permite que las moléculas decolorante se encuentren en movimiento, incrementado así la penetración y distribución uniforme del baño de teñido. Aquí se usa el dispersante MARBA COL ASC.
- Secuestrante: son moléculas orgánicas con capacidad de mantener en la solución metales pesados que producen interferencias en los procesos húmedos de la tintorería, un buen secuestrante debe tener poder de secuestrar iones metálicos y alcalinotérreos que pueden formar compuestos con los colorantes. Se utiliza el secuestrante CHROMASQUEST.
- Antiquiebre: Es un lubricante utilizado con la finalidad de prevenir la formación de quiebres, arrugas, “patas de gallo” y marcas en los procesos en húmedo de los textiles. Se utiliza el Antiquiebre CHROMAZUBE
- Sal: ayuda a blanquear la tela, para luego ser teñida fácilmente. Se utiliza la sal REFISAT
- Carbonato: nos ayuda en fijar la tonalidad del teñido realizado. Se utiliza el carbonato ALCATEX PLUS
- Colorante: ayuda a dar la coloración deseada de la tela.

5.4.2.4 Neutralizado, fijado y suavizado

El neutralizado es un proceso para desactivar las sustancias de álcalis y sales que degradan la prenda y/o pueden afectar la salud del usuario; el fijado y suavizado se realiza a fin de fijar la tonalidad del teñido.

Tabla 9
Patrón de neutralizado, fijado y suavizado

Productos	Concentración (g/l)	Peso (kg)	Costo (\$/kg)
Acido	0.4	600	0.58
Fijador	1.0	1500	2.25
Suavizante	1.2	3880	0.39

Fuente: Elaboración propia

5.4.2.5 Lavado

Finalmente la tela teñida es ingresada al sistema de lavado, en donde se elimina todo el exceso de impurezas que posee el producto, en especial de los auxiliares utilizados.

5.4.2.6 Secado y Centrifugado

En esta etapa se ingresan las telas a las secadoras centrifugas, que por acción de la fuerza centrífuga eliminan una gran parte de la humedad de la tela lavada. Luego de esta etapa se ingresa vapor a una temperatura adecuada a fin de eliminar en su totalidad la humedad de la tela.

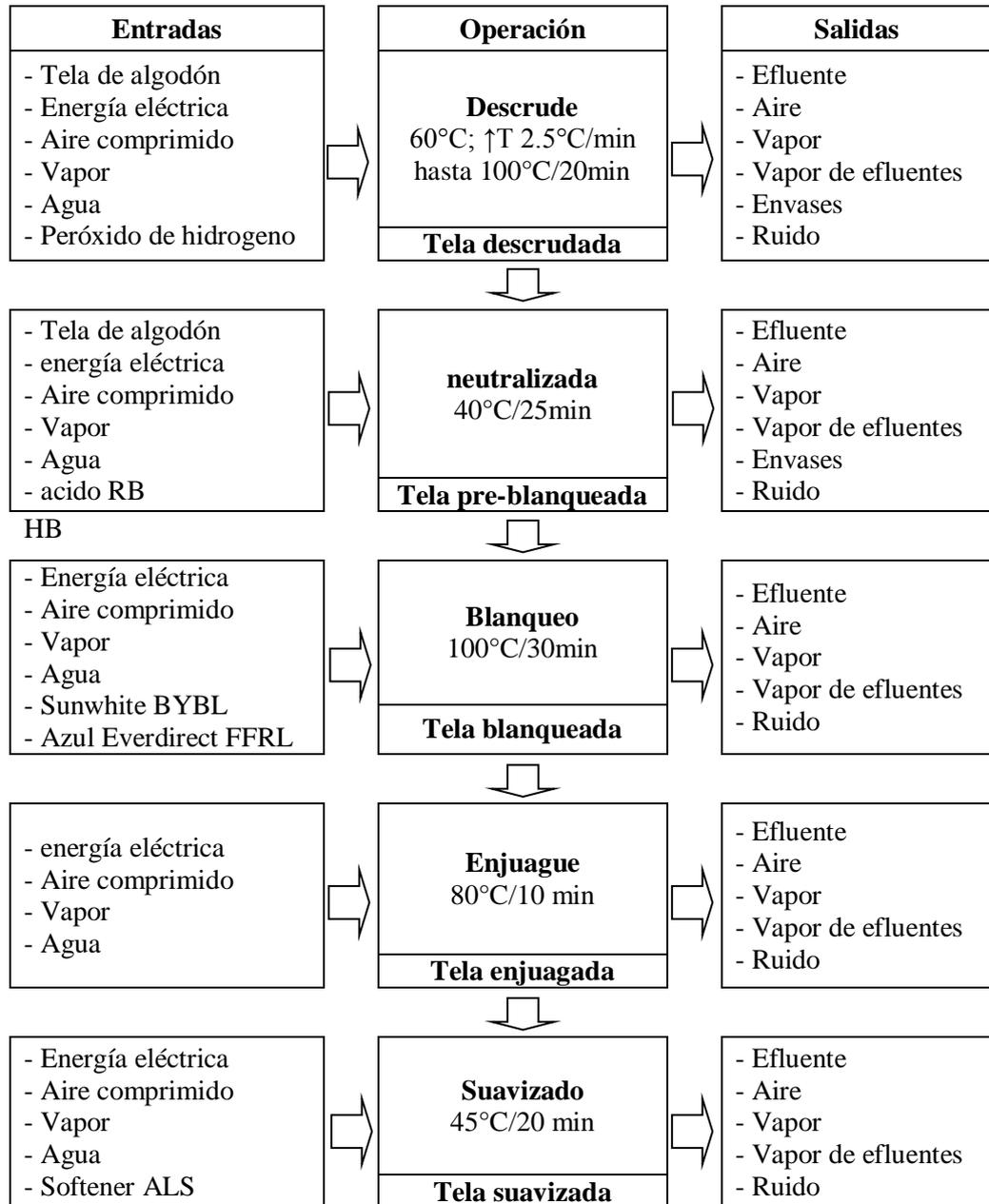
5.4.2.7 Plegado

Las telas completamente secas son plegadas a sin de poder ser almacenadas de manera ordenada en el almacén para su posterior uso o venta a los clientes.

El proceso del teñido consiste en la coloración de fibras textiles y otros materiales, de manera que el colorante se impregne de manera superficial en la fibra. Los tintes utilizados son compuestos químicos que tienen una afinidad química o física hacia las fibras, estos tintes tienden a mantener su color a pesar del desgaste y la exposición de la luz solar, el agua o los detergentes.

NOMBRE DEL PROCESO: Blanqueo de la tela de algodón.

Figura 7: Diagrama del blanqueo de la tela de algodón



Fuente: La Merced S.A.

5.4.3 Evaluación por parte del autor de la presente tesis

Se observan situaciones en el área de teñido que no se llega a la tonalidad que el cliente solicita y se tiene que re-procesar. Los enjuagues realizados en las máquinas JET no se encuentran estandarizados, teniendo como consecuencia un gran consumo de agua. Se observan pérdidas de energía ya que se desechan efluentes con alto contenido energético, la empresa no re-utiliza ningún efluente, a pesar de tener efluentes con alto contenido de químicos y auxiliares no agotados. En la etapa del centrifugado se observa un claro cuello de botella, ya que la máquina no se abastece ante una alta demanda, teniendo la tela teñida que esperar por horas o hasta días a ser centrifugada.

5.5 Análisis de entradas en los procesos

A continuación se indicarán las materias primas, insumos y auxiliares usados durante el proceso, así como su cantidad anual, costo unitario y su utilización.

Tabla 10

Empleo y costos de los principales insumos utilizados

Materia prima, Insumo y Auxiliares	Cantidad anual (Tn)	Costo unitario (US\$/Tn)	Forma de uso
Algodón	174.72	3178.57	Elaboración de tela
Poli algodón	35.16	2863.46	Elaboración de tela
Poliéster	15.68	2550.35	Elaboración de tela
Colorantes	5.58	15621.65	Tintura de tela
Materia prima, Insumo y Auxiliares	Cantidad anual (kg)	Costo unitario (US\$/kg)	Forma de uso
Marbacol ASC	959.40	1.73	Dispersante
Chromascour F	959.40	1.10	Detergente
Chromasquet	959.40	1.14	Secuestrante
Chromalube	1918.90	0.38	Antiquiebre
Refisal	22140.00	0.31	Auxiliar de tintura
Alcatex plus	2214.00	2.50	Desinfectante
Sulfuro de sodio	5909.28	1.17	Descrudante
Acido RB	590.40	0.96	Neutralizador
Novafix conc.	1510.44	2.25	Fijador
Softener ASL	1820.40	0.39	Suavizante
Agua oxigenada	3099.60	0.65	Agente blanqueador
Álcali Nova GL	1476.00	1.73	Auxiliar de tintura
Controlier PKL	590.40	5.52	Auxiliar de tintura
Estabilizador	738.00	0.38	Estabilizador

Fuente: Textil La Merced S.A.

5.5.1 Información sobre el consumo de agua

La Textil La Merced S.A. es abastecida de agua potable por la encargo de Servicio De Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL), para

ello la Empresa cuenta con pozas de almacenamiento, a continuación se muestra el consumo de agua potable en el periodo Enero – Diciembre del año 2015.

Tabla 11

Consumo de agua periodo Enero – Diciembre 2015

Mes	Consumo (m ³)
Enero	511
Febrero	505
Marzo	523
Abril	569
Mayo	578
Junio	679
Julio	754
Agosto	732
Septiembre	879
Octubre	801
Noviembre	1157
Diciembre	691

Fuente: Textil La Merced S.A.

Estadísticas del consumo eléctrico del año 2015:

- Consumo medio mensual: 698 m³
- Consumo mínimo mensual: 505 m³
- Consumo máximo mensual: 1157 m³
- Consumo total en el año 2015: 8379 m³

5.5.2 Información sobre el consumo de energía eléctrica

La Textil La Merced se encuentra ubicada en la zona sur de la ciudad de Lima, la empresa encargada de suministrar la energía eléctrica es Luz Del Sur, a continuación se mostrara el consumo mensual del periodo Enero – Diciembre del 2015.

Tabla 12
Consumo de energía eléctrica periodo Enero – Diciembre 2015

Mes	Consumo (Kw-h)
Enero	12300
Febrero	15168
Marzo	17801
Abril	15672
Mayo	14760
Junio	14657
Julio	13876
Agosto	12987
Septiembre	18763
Octubre	19841
Noviembre	11514
Diciembre	13822

Fuente: Textil La Merced S.A.

Estadísticas del consumo de agua:

- Consumo medio mensual: 15096.75 kw-h
- Consumo mínimo mensual: 11514.00 kw-h
- Consumo máximo mensual: 19841.00 kw-h
- Consumo total en el año 2015: 181161.00 kw-h

5.6 Análisis de salidas

A continuación se mostrara un cuadro con la producción de tela teñida en el periodo del año 2015, aquí se indica la producción media mensual y la producción anual, tanto por productos y máquinas.

Tabla 13

Producción por productos y equipos

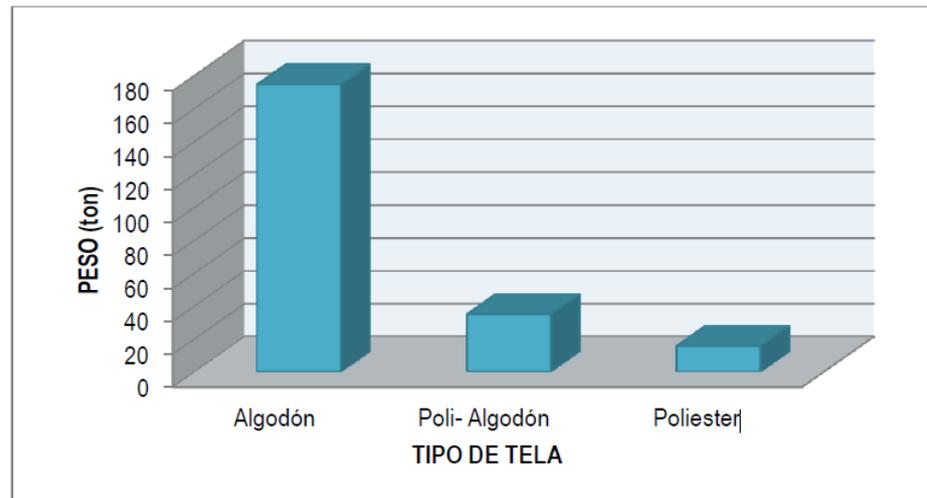
Productos	Producción media (Tn)	Producción anual (Tn)
Tela de algodón	174.72	3178.57
Tela de poli algodón	35.16	2863.36
Tela de poliéster	15.68	2550.35
Blancos	1.21	14.52
Claros y medios	5.63	67.56
Oscuros	7.72	92.64
Máquina de teñido	Producción media (Tn)	Producción anual (Tn)
Eco-Flow	1.21	14.52
Over-Flow 500	6.91	47.46
Over-Flow 300	4.76	32.69
Jet 1	1.68	11.54

Fuente: Textil La Merced S.A.

Del cuadro anterior se puede obtener los siguientes gráficos y las siguientes conclusiones:

- Se puede observar de la tabla que la mayor cantidad de tela fue la de algodón, dejando muy por detrás al poli-algodón y el poliéster.

Figura 8: Análisis de producción de tela

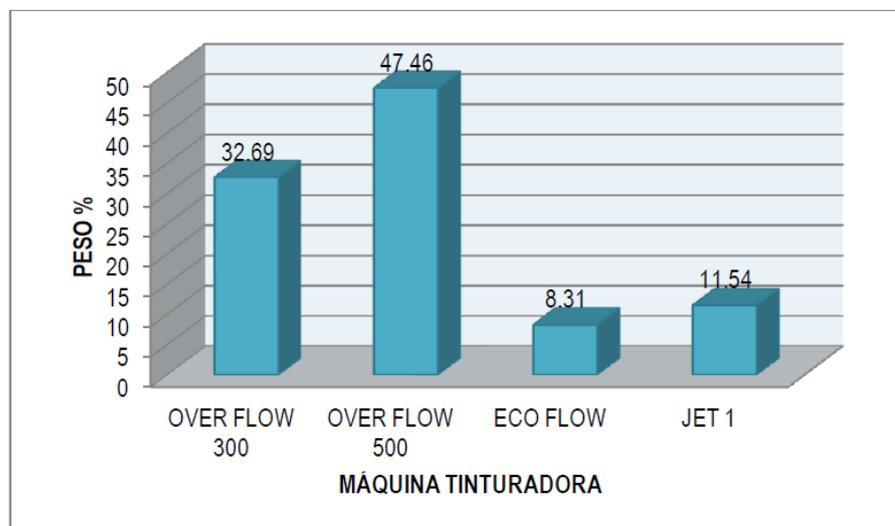


F

Fuente: Textil La Merced S.A.

- Según el tipo de maquina utilizada se puede analizar que la maquina Over-Flow 500 es la que mayor aporta en la producción con un 47.46 Tn.

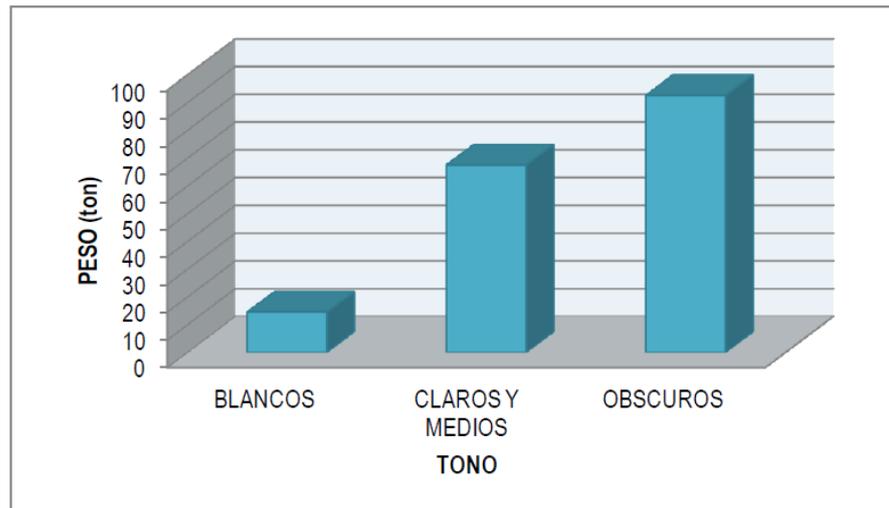
Figura 9: Análisis de producción por tipo de máquina



Fuente: Textil La Merced S.A.

- Ahora realizando un análisis según la tonalidad, se puede observar que la tonalidad de oscuros es la de mayor producción, tal como se observa en la siguiente figura.

Figura 10: Análisis de producción de la tela de algodón.



Fuente: Textil La Merced S.A.

5.6.1 Información sobre los efluentes de la Empresa

Se procedió a tomar diferentes muestras según el caudal de cada máquina, obteniéndose así una mezcla totalmente homogenizada; a dichas muestras se le hicieron mediciones de temperatura y pH con un Ph-metro portátil de marca Hanna.

La caracterización de efluentes se realiza trimestralmente; los datos mostrados en este documento fueron realizados en las instalaciones de la Textil La Merced S.A. durante los meses de Abril a Junio del 2014.

En el siguiente cuadro se observa el incumplimiento en el valor máximo permisible en el parámetro de DQO, esto se debe principalmente a las operaciones como el enjabonado, el tratamiento posterior reductivo y el suavizante, sin embargo si se cumplen con los demás parámetros.

Tabla 14

Caracterización de Efluentes

Parámetro	Unidad	Valores mínimos medidos	Valores máximos medidos	Media de las evaluaciones	Valor limite	Observación
Ph		5.68	10.24	7.96	5<Ph<9	Cumple
Temperatura	°C	32	38	35	<40	Cumple
Caudal	L/s	0.24	0.28	0.24	4.5	Cumple
DBO ₅	mgO ₂ /L	48.5	70.2	59.4	120	Cumple
DQO	mgO ₂ /L	117.6	1949.3	1033.4	240	No cumple
Solidos sedimentales	mg/L	<0.1	<0.1	<0.1	10	Cumple
Solidos suspendidos	mg/L	9	9	9	95	Cumple
Cadmio	mg/L	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	Cumple
Cromo	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	0.5	Cumple
Níquel	mg/L	<0.01	<0.01	<0.01	2	Cumple
Plomo	mg/L	<0.01	0.02	0.015	0.5	Cumple
Zinc	mg/L	0.047	0.194	0.120	2	Cumple
Mercurio	mg/L	0.001	0.002	0.001	0.01	Cumple
Cobre	mg/L	0.01	0.061	0.036	1	Cumple
Detergentes	mg/L	0.085	0.31	0.198	0.5	Cumple
Fenoles	mg/L	0.001	0.014	0.008	0.2	Cumple

Fuente: SGS Del Perú S.A.C.

CAPITULO VI

ESTUDIO Y EVALUACION DEL PROCESO DE TEÑIDO

6.1 Balance de Masa

Uno de los principios básicos de la Ingeniería Química es el método matemático del Balance de Materia, el cual se basa en que en un sistema cerrado la masa permanece constante.

El balance de materia es una de las herramientas fundamentales de la Producción Más Limpia, la cual cuenta con los siguientes objetivos:

- Identificar el punto de origen de los desperdicios y sus causas.
- Crear una base para una evaluación y proyecciones de desarrollo futuros.
- Definir estrategias para mejorar la situación actual.
- Analizar de una manera teórica cada etapa del proceso, identificando las entradas y salidas de dicha etapa a fin de identificar las posibilidades de optimización.

A continuación se mostraran algunos balances de materia de diferentes tonalidades de producto y en diferentes máquinas utilizadas.

6.1.1 Balance de masa en teñido de algodón en la máquina JET 1

Tabla 15

Balance de masa en teñido de algodón de la maquina JET 1

ENTRADAS			PROCESO		PRODUCTOS			SALIDAS		PERDIDAS
					RESIDUOS					
Materias Primas, insumos y auxiliares (Kg) Agua (L)			Energía	Etapas	Tela (Kg)	Effluentes Líquidos (L)	Residuos Sólidos	Emisiones atmosféricas		
Tela	Ponte Selva	97,42	Eléctrica	PRE BLANQUEO 40 °C; ↑T 2 °C/min hasta 90 °C/10 min	83,49	553,21	Envases	Ruido y vapores de químicos	13,93	
	Chromascour F	1,200	Vapor							
Auxiliares	Alcali NOVA GL	3,000	890,83	Tela pre blanqueada	83,49	553,21	Envases	Ruido y vapores de químicos	13,93	
	Agua Oxigenada	3,900								Aire Comp.
	Estabilizador	1,500	553,21	ENJUAGUE 80 °C/ 10 min	83,49	553,21			0	
				Tela Enjuagada						
Auxiliares	Acido RB	0,900	553,21	NEUTRALIZAR 50 °C/ 10 min	83,49	553,21	Envases	Ruido y vapores de químicos	0	
	Controller PKL	1,200		Tela Neutralizada						
	Marbacol	1,950	552,21							
Auxiliares de Teñido	Chromaquest	1,950	200,00	TEÑIDO °C/ 2,35 min	80,68	980,36	Envases	Ruido y vapores de químicos	2,81	
	Chromalube	3,900								
	Refisal	60,000								
Colorantes	Amarillo	0,224	100,00	Tela Tinturada	80,68	552,94	Envases	Ruido y vapores de químicos	0	
	Marino	0,078								
	Rojo	0,027								
Auxiliares	Alcatex plus	4,500	100,00							
			552,94	ENJUAGUE 70 °C	80,68	552,94		Ruido	0	
				Tela Enjuagada						
Auxiliares	Marbacol	1,200	552,94	JABONADO 80 °C/ 20 min	80,68	553,97	Envases	Ruido y vapores de químicos	0	
				Tela jabonada						
			2764,7	(5) ENJUAGUES Fríos; 40 °C	80,68	2764,7		Ruido	0	

Continuación

				Calientes; 80 °C						
				Aire Comp.	Tela Enjuagada					
Auxiliares	Acido RB	0,600	552,94	Eléctrica Vapor	NEUTRALIZADO 40 °C/ 15 min	80,68	552,98	Envases	Ruido y vapores de químicos	0
				Aire Comp.	Tela Neutralizada					
Auxiliares	Novafix TN	0,585		Eléctrica	FIJADO Y SUAVIZADO					
	Softener ALS	1,169	552,94	Vapor	40 °C/ 25 min	80,57	554,53	Envases	Ruido y vapores de químicos	0,11
				Aire Comp.	Tela fijada y suavizada					
				CENTRIFUGADO						
				Eléctrica	25 min	80,50	320,90		Ruido y vibraciones	17,17
				Aire Comp.	Tela húmeda					
				Eléctrica Combustible	TERMOFIJADO 180 °C; 18 m/ min					
				Aire Comp.	Tela termofijada					
						SU				
		185,3 7926,1				80,50 7941,85				
						PRO				
								80,5 Kg de tela		
						TOTAL				
		Suma total de entradas				Suma total de salidas		Diferencia		
		8111,41 Kg				8056,37 Kg		55,04 Kg		

Fuente: Elaboración propia

6.1.2 Balance de masa en teñido de algodón en la máquina OVER FLOW 300

Tabla 16

Balance de masa en teñido de algodón de la maquina OVER FLOW 300

ENTRADAS				PROCESO	SALIDAS					
					PRODUCTOS	RESIDUOS				
Materias Primas, insumos y auxiliares (Kg)				Agua (L)	Energía	Etapas	Tela (Kg)	Efluentes Líquidos (L)	Residuos Sólidos	Emisiones atmosféricas
Tela	Ponte Selva	320,67			Eléctrica					
	Chromascour F	1,200				PRE BLANQUEO				
	Alcali NOVA GL	3,000				40 °C; ↑T 2 °C/min hasta				
Auxiliares	Agua Oxigenada	3,900	1500,00		Vapor	90 °C/10 min	274,81	933,50	Envases	Ruido y vapores de químicos
	Estabilizador	1,500			Aire Comp.	Tela pre blanqueada				45,86
					Eléctrica	ENJUAGUE				
				931,50	Vapor	80 °C/ 10 min	274,81	931,50		0
					Aire Comp.	Tela Enjuagada				
					Eléctrica	NEUTRALIZADO				
Auxiliares	Acido RB	0,900			Vapor	50 °C/ 10 min	274,81	933,00	Envases	Ruido y vapores de químicos
	Controller PKL	1,200		931,50	Aire Comp.	Tela Neutralizada				0
	Marbacol	1,950	931,50							
	Chromaquest	1,950			Eléctrica					
Auxiliares de Tintura	Chromalube	3,900	200,00							
	Refisal	60,000			Vapor	TINTURA				
	Amarillo	0,737				60 °C/ 2,35 min	264,5	1379,0	Envases	Ruido y vapores de químicos
Colorantes	Marino	0,258	100,00							10,31
	Rojo	0,090			Aire Comp.	Tela Tinturada				
Auxiliares	Alcatex plus	5,250	100,00							
					Eléctrica	ENJUAGUE				
				931,50	Vapor	70 °C	264,5	931,50		Ruido
					Aire Comp.	Tela Enjuagada				0

Continuación

Auxiliares	Marbacol	1,500	931,50	Eléctrica Vapor Aire Comp.	JABONADO 80 °C/ 20 min Tela jabonada	264,5	933,0	Envases	Ruido y vapores de químicos	0
			2794,50	Eléctrica Aire Comp.	ENJUAGUES Fríos; 40 °C Calientes; 80 °C Tela Enjuagada	264,5	2794,50		Ruido	0
Auxiliares	Acido RB	0,600	931,50	Eléctrica Vapor Aire Comp.	NEUTRALIZADO 40 °C/ 25 min Tela Neutralizada	264,5	932,50	Envases	Ruido y vapores de químicos	0
Auxiliares	Novafix TN	1,920	931,50	Eléctrica Vapor Aire Comp.	FIJADO Y SUAVIZADO 40 °C/ 25 min Tela fijada y suavizada	262,50	934,0	Envases	Ruido y vapores de químicos	2,00
	Softener ALS	3,840		Eléctrica Aire Comp.	CENTRIFUGADO 25 min Tela húmeda	260,30	548,50		Ruido y vibraciones	2,2
				Eléctrica Combustible Aire Comp.	TERMOFIJADO 180 °C; 18 m/ min Tela termofijada				Ruido, gases de combustión	
		413,37	11215,00	SUBTOTAL		260,30	11251,0			60,37
PRODUCTOS										
Suma de los productos								260,30 Kg de Tela		
TOTAL										
Suma total de entradas				Suma total de salidas				Diferencia		
11628,37 Kg				11571,67 Kg				56,7 Kg		

Fuente: Elaboración propia.

6.1.3 Balance de masa en teñido de algodón en la maquina OVER FLOW 500

Tabla 17

Balance de masa en teñido de algodón de la maquina OVER FLOW 500

F	PROCESO				PRODUCTOS		SALIDAS		PERDIDAS
	Materias Primas, insumos y auxiliares (Kg)	Agua (L)	Energía	Etapas	Tela (Kg)	Efluentes Líquidos (L)	Residuos Sólidos	Emisiones atmosféricas	
u	Tela	Ponte Selva	500,72	Eléctrica	PRE BLANQUEO 40 °C; ↑T 2 °C/min hasta 90 °C/10 min	429,12	1592,7	Envases	Ruido y vapores de químicos
e		Chromascour F	2,000	Vapor					
n	Auxiliares	Alcali NOVA	5,000						
		Agua Oxigenada	6,500						
		Estabilizador	2,500	Aire Comp.	Tela pre blanqueada				
t			1552,5	Eléctrica	ENJUAGUE	429,12	1552,5		0
e				Vapor	80 °C/ 10 min				
				Aire Comp.	Tela Enjuagada				
.	Auxiliares	Acido RB	1,500	Eléctrica	NEUTRALIZADO	429,12	1556,5	Envases	Ruido y vapores de químicos
			1552,5	Vapor	50 °C/ 10 min				
		Controllor PKL	2,000	Aire Comp.	Tela Neutralizada				
E	Auxiliares de	Marbacol	3,250	Eléctrica	TINTURA 60 °C/ 2,35 min	413,03	2002,5	Envases	Ruido y vapores de químicos
j		Chromaquest	3,250						
		Chromalube	6,500						
	Tintura	Refisal	100,00						
a	Colorantes	Amarillo	1,152	Vapor					
		Marino	0,403	Aire Comp.	Tela Tinturada				
b	Auxiliares	Rojo	0,140						
		Alcatex plus	7,500	Eléctrica	ENJUAGUE	413,03	1552,5		Ruido
o			1552,5	Vapor	70 °C				
				Aire Comp.	Tela Enjuagada				
r	Auxiliares	Marbacol	2,000	Eléctrica	JABONADO	413,03	1554,5	Envases	Ruido y vapores de
a			1552,5	Vapor	80 °C/ 20 min				
				Aire Comp.	Tela jabonada				
c			4657,5	Eléctrica	ENJUAGUES	413,03	4657,5		Ruido
i				Vapor	Fríos; 40 °C Calientes; 80 °C				
				Aire Comp.	Tela Enjuagada				
Ó	Auxiliares	Acido RB	1,000	Eléctrica	NEUTRALIZADO	413,03	1553,5	Envases	Ruido y vapores de
			1552,5	Vapor	40 °C/ 25				
n				Aire Comp.	Tela Neutralizada				

Continuación

Auxiliares	Novafix TN	5,007	1552,5	Eléctrica	FLIADO Y SUAVIZADO	410,50	1562,5	Envases	Ruido y vapores de químicos	2,53
	Softener ALS	6,008		Vapor	40 °C/ 25					
				Aire Comp.	Tela fijada y suavizada					
				Eléctrica	CENTRIFUGA DO	407,35	912,5		Ruido y vibracione s	28,15
				Aire Comp.	25 min Tela húmeda					
				Eléctrica	TERMOFLJADO				Ruido, gases de combustió n	
				Combustible	180 °C; 18 m/ min					
				Aire Comp.	Tela termofijada					
					SUBTOTAL					
		656,43	18425,00			407,35	18497,2			118,46
					PRODUCTOS					
					Suma de los productos				407,35 Kg de Tela	
					TOTAL					
					Suma total de entradas				Suma total de salidas	Diferencia
					19081,43				19023,01	58,42 Kg
					Kg				Kg	

Fuente: Elaboración propia.

6.2 Resumen de la memoria de cálculo de teñido

Durante las inspecciones se observó que los trabajadores realizaban enjuagues hasta que el agua salga transparente, la dosificación de colorantes y auxiliares lo realizaron con agua adicional, el agua utilizada teórica es de 1500 litros.

El volumen real que se carga en el JET 1 es de 890,83 L el mismo que fue calculado en un tiempo de 2,42 min y $Q1 = 337,62 \text{ L/ min}$, además mediante una varilla de vidrio se cuantifico el volumen de agua en el que se dosifica con colorante (155 L) y con auxiliares (100 L). Para la suma total de entradas y salidas se realizó el cambio de unidades de L a Kg de agua, por medio de la densidad de agua 1 Kg/ L.

La tela que es cargada a máquina no es exactamente el volumen de la maquina JET 1, el volumen de agua retenida en la tela es aproximadamente el 37.9%, cuyo valor fue hallado experimentalmente; este valor nos sirve para poder calcular el volumen del efluente; el tiempo del proceso del teñido de tonos claros es de un tiempo aproximado de 10 hr.

6.3 Evaluación de los datos recopilados

A continuación se mostraran 6 cuadros, los cuales fueron llenados al momento de las inspecciones que se realizaron, para ellos se han definido las siguientes variables:

I	Pelusa
II	Wype
III	Retazos de tela
IV	Puchos de hilo
V	Efluentes de tintorería

Cuadro 8

Categorías de los subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones.

N°	Categoría	I	II	III	IV	V
1	Materia prima utilizada	X	X	X	X	
2	Productos no comercializados			X		
3	Impurezas o sustancias secundarias en las materias primas	X				
4	Subproductos inevitables o desechos	X				X
5	Residuos y subproductos no deseados	X	X	X	X	
6	Materiales auxiliares utilizados		X			
7	Sustancias producidas en la partida o parada de equipamientos			X		
8	Lotes mal producidos o rechazos			X		
9	Residuos y materiales de mantenimiento	X	X	X	X	
10	Materiales de manipulación, transporte y almacenaje		X			
11	Materiales de muestreo y análisis					X
12	Perdidas debido a evaporación o emisiones					X
13	Materiales de disturbio operacionales o de fugas				X	
14	Almacenaje o embalaje		X			

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9

Prevención y minimización de residuos con cambios en el proceso e innovaciones tecnológicas

N°	Alternativas para la minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones				
		I	II	III	IV	V
1	Optimización de parámetros en la maquina JET					X
2	Uso de EPP por el personal					X
3	Capacitación del personal de tintorería					X
4	Elaborar registro de consumo de agua					X
5	Realizar control de consumos de químicos y auxiliares					X
6	Optimizar formulación de químicos y auxiliares					X
7	Estandarización de procesos					X
8	Implementar control de consumo de materia prima		X		X	
9	Mantenimiento preventivo en el área de tejeduría			X		

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 10

Alternativas para la minimización de subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones

N°	Alternativas para la minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones				
		I	II	III	IV	V
1	Optimización de parámetros operacionales					
2	Estandarización de procedimientos		X	X	X	X
3	Mejoramiento en el sistema de compras y ventas		X	X	X	X
4	Mejoramiento en el sistema de información y entrenamiento					X
5	Mejoramiento en el sistema de mantenimiento				X	
6	Cambios e innovaciones tecnológicas		X	X	X	X
7	Alteraciones en el proceso, exclusión y exclusión de etapas					X
8	Cambio en las instalaciones, layout o proceso					X
9	Automatización de proceso					X
10	Pequeños cambios en el producto					
11	Cambios en el diseño o proyecto del producto					
12	Sustitución de componentes o embalaje del producto					
13	Sustitución de materia prima o del proveedor					
14	Mejoramiento en la preparación de la materia prima					
15	Sustitución de embalajes de materia prima					
16	Logística asociada a subproductos y residuos	X				
17	Re-uso y reciclaje interno		X	X	X	
18	Re-uso y reciclaje externo	X				
19	Tratamiento y disposición de residuos				X	X

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 11

Prevención y minimización de residuos con cambios en el proceso e instalaciones tecnológicas

N°	Alternativas para la minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones				
		I	II	III	IV	V
1	Mejorar variables de operación (T, P, t)					X
2	Instalación de medidores de flujo para maquina JET					X
3	Instalación de tanques de almacenamiento para teñido					X
4	Instalación de bombas para dosificar baño de teñido					X
5	Uso de renovador para recuperar materia prima		X		X	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 12

Prevención y minimización de residuos con tratamiento, re-uso y reciclaje

N°	Alternativas para la minimización	Subproductos, desechos, residuos, efluentes y emisiones				
		I	II	III	IV	V
1	Reutilización de efluentes líquidos de baños de teñido					X
2	Limpieza de área de tejeduría mediante aspirado	X				
3	Venta de pelusa para reciclaje externo	X				

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 13

Identificación de los principales indicadores

Nombre del indicador Ambiental	Objetivo del indicador	Construcción del indicador	Antes del Programa de P+L	
			Valor	Unidad
Consumo químico y auxiliares en la maquina JET	Disminución del consumo de agua en la JET 1	(Consumo químico/Tiempo)	30.24	Ton/año
Consumo de dispersante	Disminución del consumo de agua, ácido y dispersante con la reutilización de baños de teñido	(Consumo de dispersante/Producción total)	6.42	Kg/Ton
Consumo de ácido RB		(Consumo de ácido/Producción total)	4.94	Kg/Ton
Consumo de agua		(Consumo de agua/Producción total)	54.39	m ³ /Ton

Fuente: Elaboración propia

6.4 Procedimiento de teñido (Parte experimental)

6.4.1 Sustancias y reactivos

- Colorantes reactivos
- Acido RB
- Dispersante
- Secuestrante
- Álcali
- Cloruro sódico
- Agua potable

6.4.2 Procedimiento

6.4.2.1 Procedimiento para el primer teñido

- Pesar 25 gr de tela de algodón.
- Pesar colorantes según la receta de tono rosado bajo calculados sobre el peso de la tela y disolver en 250 ml. (relación de baño).
- Pesar dispersantes y acido necesarios para 250 ml y disolverlos en la solución del paso anterior (medir Ph que se encuentra en 7)
- Colocar la solución en el vaco de tintura y llenarlo a la máquina de tintura ($T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$).

- Se añadió cloruro sódico como electrolito en tres partes iguales a intervalos de 15 minutos y finalmente añadir al baño el álcali.
- Luego elevar la temperatura a 60 °C por 45 minutos.
- Sacar la fibra, enjuagar y secar en un microondas por un tiempo de 5 minutos.
- Recolecta al baño de tintura, medir el volumen, la concentración del colorante y Ph.

6.4.2.2 Procedimiento para el teñido de tonos claros y medios con el reuso de baños de teñido

- Pesar 25 gr de tela de algodón.
- Reponer el baño residual del proceso anterior el volumen de agua necesario para completar 250ml.
- Añadir el colorante según la receta para el tono fresa bajo.
- Añadir el ácido y dispersante necesarios para el volumen de reposición (Ph = 7).
- Colocar la solución en el vaso de teñido y llenarlo a la máquina de teñido (T = 40 °C).
- Se añadió cloruro sódico como electrolito en tres partes iguales a intervalos de 15 min y finalmente añadir el baño de álcali

- Luego elevar la temperatura a 60 °C por 45 min.
- Secar la fibra, enjuagar y secar en microondas por un tiempo de 5 min.
- Recolectar el baño de teñido, medir el volumen, la concentración del colorante y Ph.
- Repetir el proceso anterior por tres ocasiones más, pero esta vez para el tono salmón, fresa fuerte y mora leche.

6.4.2.3 Procedimiento para teñido de tono oscuro

- Pesar 25 gr de tela de algodón.
- Reponer el baño residual del proceso anterior el volumen de agua necesario para completar 250ml.
- Añadir el colorante según la receta para el tono vino.
- Pesar dispersante y acido necesarios para 250 ml y disolverlos en la solución del paso anterior (medir el Ph que se encuentra en 7).
- Colocar la solución en el vaso de teñido y llenarlo a la máquina de teñido (T = 40 °C).
- Se añadió cloruro sódico como electrolito en tres partes iguales a intervalos de 15 min y finalmente añadir al baño de álcali.

- Luego elevar la temperatura a 60 °C por 45 min.
- Secar la fibra, enjuagar y secar en microondas por un tiempo de 5 min.
- Recolectar el baño de teñido, medir el volumen, la concentración del colorante y Ph.

6.4.2.4 Procedimiento para teñido sin reutilización de baños

- Repetir el procedimiento que se realizó para teñido con reuso de baños, pero esta vez el teñido se realizara con nuevos baños y dosificación la cantidad total de ácido dispersante.
- Recolectar el baño luego de cada teñido y analizar.
- Comparar las fibras teñidas y ver la diferencia de tono.

6.4.3 Datos experimentales

A continuación se muestra un cuadro con los parámetros medidos en el reuso de diferentes baños.

Tabla 18

Parámetros medidos en el reuso de baños

Tono	Baño	Ph	Volumen de agua utilizado (ml)	Volumen de ácido utilizado (ml)	Volumen de dispersante utilizado (ml)
Rosado bajo	Primero	5.0	250	0.125	0.236
Fresa bajo	Reuso 1	6.0	50	0.025	0.047
Salmón	Reuso 2	6.0	50	0.025	0.047
Fresa fuerte	Reuso 3	5.0	50	0.025	0.047
Mora leche	Reuso 4	6.0	50	0.025	0.047
Vino	Reuso 5	5.0	50	0.025	0.047
Total			500	0.250	0.471

Fuente: Textil La Merced S.A.

Tabla 19

Parámetros medidos en teñido sin reuso

Tono	Ph	Volumen de agua utilizado (ml)	Volumen de ácido utilizado (ml)	Volumen de dispersante utilizado (ml)	% Absorbancia inicial	% Absorbancia inicial
Rosado bajo	5.0	250	0.125	0.236	0.8	0.019
Fresa bajo	6.0	250	0.125	0.236	1.1	0.046
Salmón	6.0	250	0.125	0.236	1.6	0.070
Fresa fuerte	5.0	250	0.125	0.236	2.7	0.120
Mora leche	6.0	250	0.125	0.236	2.3	0.080
Vino	5.0	250	0.125	0.236	46.2	4.200
Total		1500	0.750	1.416		

Fuente: Textil La Merced S.A.

Tabla 20

Parámetros medidos en los efluentes con reuso

Tono	Baño	DQO, mg/L	DBO ₅ , mg/L	SST, mg/L
Vino	Reuso 5	4960	588	266

Fuente: Textil La Merced S.A.

Tabla 21

Parámetros medidos en los efluentes en teñido con reuso

Tono	Baño	DQO, mg/L	DBO ₅ , mg/L	SST, mg/L
Rosado bajo	1	1595	479	505
Fresa bajo	2	1855	557	581
Salmón	3	1465	440	97
Fresa fuerte	4	1365	410	106
Mora leche	5	1690	507	125
Vino	6	3455	1037	153

Fuente: Textil La Merced S.A.

Tabla 22

Porcentaje de agotamiento de los colorantes

Tono	Baño	Concentración de colorantes inicial (g/L)	Concentración de colorantes final (g/L)	% Agotamiento
Rosado bajo	1	0.0224	0.000532	97.63
Fresa bajo	2	0.0308	0.001288	95.82
Salmón	3	0.0448	0.001960	95.63
Fresa fuerte	4	0.0756	0.003360	95.56
Mora leche	5	0.0644	0.002240	95.52
Vino	6	0.1176	0.117600	90.91

Fuente: Textil La Merced S.A.

CAPÍTULO VII

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

7.1 Estudios de viabilidad técnica, económica y financiera

7.1.1 Estudio de la disminución del consumo de químicos y auxiliares en la maquina JET 1

La concentración en el proceso de teñido de la tela de algodón debe de ser la ideal de dosificación de químicos y auxiliares, esta dosis está en función de la relación del baño; la modificación de este índice afecta directamente el consumo de la dosis de los insumos.

Para este caso el supervisor de turno asume un teñido con un baño de 1500 L, el mismo que se utiliza como base para el pesaje de productos. Este consumo excesivo incrementa los costos del producto final y de forma paralela aumentar la carga de los contaminantes.

Debido a esta razón se identifica plenamente una oportunidad de Producción Limpia relacionada a la disminución de químicos y auxiliares de teñido en la maquina JET 1.

Para dicho mejoramiento se tienen dos alternativas:

- Alternativa 1: disminuir el consumo de químicos y auxiliares mediante el cálculo de los pesos de químicos y auxiliares en relación al baño real.
- Alternativa 2: comprar e instalar un medidor de flujo para la maquina JET 1 con la finalidad de medir de manera eficiente los volúmenes de baños.

7.1.1.1 Descripción del estudio del presente caso

Se observó que la empresa realiza un control diario del consumo de químicos y auxiliares para cada proceso de teñido, los consumos de insumos lo hacen en base a un baño teórico de 1500 L. A fin de llevar la presente investigación se tuvo que realizar la instalación de un medidor de flujo en la entrada de agua a la máquina, con lo que se determinó de manera experimental que se debe de llenar con solo 891 L, con este valor se recalculo los pesos reales del consumo de químicos y agentes auxiliares, además de la instalación del medidor de flujo se tuvo que realizar una capacitación de los maquinistas para la lectura del equipo.

7.1.1.2 Análisis cualitativos y cuantitativos del consumo de químicos y auxiliares

Tabla 23

Análisis cualitativo y cuantitativo del consumo de químicos y auxiliares

Nombre del producto	Cantidad anual actual (Kg)	Cantidad anual proyectada (Kg)	Costo unitario (US\$/Kg)	Costo total anual actual (US\$)	Costo total anual proyectada (US\$)
Chromascour F	241.92	143.74	1.10	266.11	151.11
Álcali	604.80	359.25	1.73	1046.30	621.50
Estabilizador	302.40	179.63	0.38	114.91	68.26
Agua oxigenada	849.15	504.48	0.65	551.95	327.91
Acido RB	302.40	107.86	0.96	290.30	103.54
Controller PKL	241.92	143.74	5.52	1335.40	793.45
Marbacol ASC	393.12	233.45	1.73	680.10	403.87
Chromaquest	393.12	233.45	1.14	448.16	266.14
Chromalube	786.24	466.91	0.38	298.77	177.42
Refisal	24192.00	13470.05	0.31	7499.52	4454.71
Alcatex plus	1058.40	628.79	2.50	2646.00	1571.98
Sulfuro de Na	129.04	129.04	1.17	150.98	150.98
Marbacol ASC	302.40	179.63	1.73	523.15	310.75
Novafix TN	201.60	201.60	2.25	453.60	453.60
Softener ALS	241.92	241.92	0.39	94.35	94.35
Total	30240.43	18123.53		16399.60	9956.58

Fuente: Elaboración Propia

7.1.1.3 Clasificación de los cambios realizados

Cuadro 14

Cambios realizados

Tipos de cambios	Marque una X
Buenas practicas operacionales	X
Cambios en los parámetros del proceso	
Innovaciones tecnológicas	X
Cambio en las materias primas e insumos	
Cambio en el producto	
Reciclo interno	
Reciclo externo	
Tratamiento y disposición de desechos	

Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.4 Identificación de los principales indicadores

Tabla 24

Identificación de los principales indicadores

Nombre del indicador Ambiental	Antes del programa		Expectativa para después de implementar Programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumo de químicos y auxiliares en JET 1	30.24	Ton/año	18.12	Ton/año
Costo de químicos y auxiliares en JET 1	16399.60	US\$/año	9956.58	US\$/año

Fuente: Elaboración propia.

7.1.1.5 Resumen de datos para la evaluación económica

Tabla 25

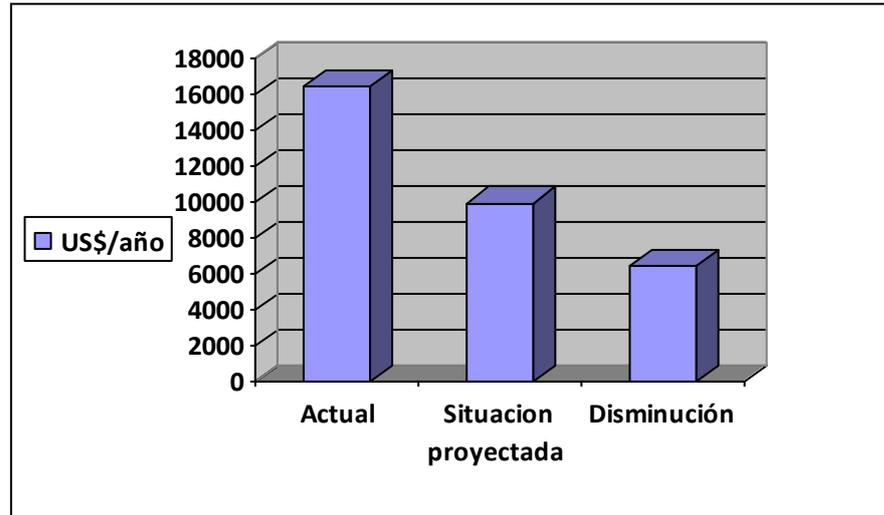
Resumen de datos para la evaluación económica

Costo del cambio	
- Disminución de consumo de químicos y auxiliares	\$ 0
- Medidores de flujo	\$ 250
- Conciencia del personal	\$ 35
Total	\$ 285
Costo operacional antes de la P+L	
- Consumos de químicos y auxiliares JET 1	16399.60\$/año
Total	16399.60\$/año
Costo operacional después de la P+L	
- consumos de químicos y auxiliares JET 1	9956.58\$/año
Total	9956.58\$/año
Beneficio económico	
- ahorro anual por la disminución de consumo de químicos y auxiliares	
Total	644.02\$/año
Beneficio ambiental	
- la disminución del consumo de químicos y auxiliares da lugar a una inminente reducción de consumo de recursos, además de minimizar la carga contaminante de efluentes.	
Total	

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se observa la comparación entre la situación actual, la situación proyectada y la disminución.

Figura 11: Comparación del análisis económico del estudio en el primer caso



Fuente: Elaboración propia

7.1.2 Estudio de la disminución de consumos de agua, ácido y dispersante por re-uso de baños de teñido de algodón

7.1.2.1 Descripción de la situación anterior al estudio del caso

El proceso de teñido para la tela de algodón se realiza entre 60°C y 80°C durante un tiempo aproximado de una hora, durante este proceso se dosifica el ácido para poder regular el Ph y el dispersante a fin de mejorar la difusión del colorante; una vez terminado el proceso de baño de teñido se procesa a desechar el baño de teñido.

El baño del teñido desechado contiene gran cantidad de contaminante (colorantes, ácido y dispersante) que no han sido agotados durante el proceso, es por esto que se identifica la oportunidad de Producción Más Limpia a fin de la reutilización de estos baños.

Para dicho mejoramiento se tienen dos alternativas:

- Alternativa 1: reutilizar los baños de teñido que aun contiene ácido y dispersante excedente en el teñido, el teñido se realizara desde un tono claro hasta un tono oscuro.
- Alternativa 2: cuantificar la cantidad de colorante que se encuentra en el baño de teñido para evitar que modifique el tono del próximo teñido.

7.1.2.2 Descripción de la situación del estudio del caso

Al realizar la reutilización de los baños del teñido de algodón se optimizara el consumo de agua, ácido y dispersante.

Para la ejecución del proyecto fue necesario realizar experimentalmente la calibración de colorantes en tricromía, la determinación del agotamiento del colorante en los baños residuales a partir de un tono claro a un tono oscuro para luego ser comparados con los patrones estándares de la empresa.

Al realizar esta ejecución se obtuvo como resultado la disminución de agua, ácido y dispersante en un 66.7%; además las telas teñidas con los baños residuales cumplen con los parámetros internos de calidad para su respectiva comercialización.

Durante la reutilización del baño se tuvo que añadir un 100% del colorante del tono ya que la concentración no supera el 10% (la baja concentración podría afectar el tono deseado), por lo que no se estimó una disminución en consumo de colorantes.

A continuación se muestra la producción de telas de algodón de cada máquina.

Tabla 26
Producción 2015 de tela de algodón (relación de baño 1:5)

Máquina	Tonos	Producción anual (Tn/año)
OVER FLOW - 300	Claros y medios	23.98
	Oscuros	33.13
OVER FLOW - 500	Claros y medios	34.83
	Oscuros	48.09
TOTAL		140.03

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27
Producción 2015 de tela de algodón (relación de baño 1:5)

Máquina	Tonos	Producción anual (Tn/año)
JET 1	Claros y medios	9.48
	Oscuros	10.68
TOTAL		20.16

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos se realizó el cálculo anual del consumo de agua, ácido y dispersante. Los datos obtenidos mediante se registran en el siguiente cuadro:

Tabla 28
Consumos actual de agua, ácido y dispersante en máquina de teñido

Estado	Consumo en Máquinas OVER			Consumo en Maquina JET 1		
	Dispersante	Acido RB	agua	Dispersante	Acido RB	agua
	Kg/año	Kg/año	m ³ /año	Kg/año	Kg/año	m ³ /año
Actual	898.99	691.75	7614.83	322.56	269.54	1975.88
Esperado	299.36	6053.13	6053.13	107.41	89.76	1570.82
Disminución	599.63	1561.70	1561.70	215.12	179.78	405.06

Fuente: Textil La Merced S.A.

La reutilización de los baños ayuda a la disminución de agua, ácido y dispersante, con la implementación de P+L, no solo se obtiene un beneficio económico sino también una disminución de contaminantes.

Para dar tal implementación se debe de tener en cuenta los siguientes puntos:

- Establecer indicadores de consumos de agua, ácido y dispersante.
- El supervisor de teñido debe de realizar la revisión diaria del indicador de consumo para contrastarlo con los consumos antes y después.
- Se debe de instalar tanques de almacenamiento para los baños residuales y una bomba para las diferentes máquinas de teñido.

7.1.2.3 Identificación de los principales indicadores

A continuación se muestran dos cuadros mostrando los indicadores esperados en las maquinas OVER FLOW y JET

Tabla 29
Indicadores esperados en máquinas OVER FLOW

Nombre del indicador ambiental	Antes del programa		Expectativa para implementar el programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumos de dispersante en tela de algodón de tonos claros	6.42	Kg/Tn	2.14	Kg/Tn
Consumo de ácido en tela de algodón de tonos claros	4.94	Kg/Tn	1.64	Kg/Tn
Consumo de agua en tela de algodón de tonos claros	54.38	m ³ /Tn	43.23	m ³ /Tn

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30
Indicadores esperados en máquinas JET 1

Nombre del indicador ambiental	Antes del programa		Expectativa para implementar el programa	
	Valor	Unidad	Valor	Unidad
Consumos de dispersante en tela de algodón de tonos claros	16.00	Kg/Tn	10.67	Kg/Tn
Consumo de ácido en tela de algodón de tonos claros	13.37	Kg/Tn	8.92	Kg/Tn
Consumo de agua en tela de algodón de tonos claros	98.01	m ³ /Tn	77.92	m ³ /Tn

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31

Resumen de datos para la evaluación económica

Costo del cambio	
- Tanque de almacenamiento (6 unidades)	\$ 1200
- Bombas	\$ 300
	Total Por determinar
Costo operacional antes de la P+L	
- Consumo de dispersante total	2113.28\$/año
- Consumo de ácido total	922.84\$/año
- Consumo de agua	6905.31\$/año
	Total 9941.43\$/año
Costo operacional después de la P+L	
- Consumo de dispersante total	703.71\$/año
- Consumo de ácido total	307.31\$/año
- Consumo de agua	5489.60\$/año
	Total 6500.62\$/año
Beneficio económico	
- ahorro anual por la disminución de consumo de químicos y auxiliares	
	Total 3440.81\$/año
Beneficio ambiental	
- La reutilización de baños da lugar a una inminente reducción de consumos de recursos, además se minimiza la carga contaminante de efluentes	
	Total

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente figura se observa la comparación entre la situación actual, la situación proyectada y la disminución.

7.1.2.4 Resultados generales

Tabla 32

Beneficios ambientales

Estudio de caso	Inversión (US\$)	Recuperación de la inversión (mes)	Beneficios económicos (US\$)	Beneficios ambientales
1	285.00	0.71	6443.02	Disminución de la carga de contaminante
2	1500.00	6.87	3440.81	Disminución de agua, ácido y dispersante
Total	1758.00	7.58	9883.83	

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VIII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

8.1.1 Conclusiones generales

- La Producción Más Limpia es una gran herramienta dentro de las grandes, medianas y pequeñas industrias, ya que las ayudan a optimizar sus procesos con una visión de ahorros para la empresa. Esta tesis está orientado principalmente al uso correcto del agua, ya que es uno de los factores claves para reducir los impactos ambientales y económicos, además del correcto uso de materia prima e insumos en el proceso de teñido.
- Con los resultados de la investigación realizada se ha concluido que implementando la propuesta de Producción Más Limpia se lograra optimizar el proceso del teñido de tela, incrementando la eficiencia, la productividad, la competitividad y rentabilidad de la empresa, además de reducir el impacto ambiental.
- La industria textil en general representa un gran oportunidad de Producción Más Limpia en cada uno de sus procesos, ya que se muestran beneficios cuantitativos y ambientales en muchos casos al identificar las prácticas de Producción Más Limpia a fin de mejorar el desempeño en el uso de recursos, promover el ahorro de agua y energía, y realizar un adecuado manejo de residuos.
- LA Textil La Merced es una microempresa dedicada a la producción de tela, su proceso inicia en el tejido de diferentes tipos de hilos y termina en el proceso de teñido, la empresa realiza sus procesos con

alta tecnología, sin embargo los procesos textiles son grandes consumidores de agua, generando efluentes voluminosos y complejos, lo que hizo necesario la búsqueda de alternativas de Producción Más Limpia.

8.1.2 Conclusiones específicas

- Se realizaron monitoreos en el todo el proceso de teñido, con lo que se realizó el balance de materia, donde luego de identificar las operaciones de mayor desperdicio de materiales y las oportunidades de mejora, se seleccionaron los proyectos de interés para la propuesta de Producción Más Limpia para ser debidamente implantados.
- La determinación del volumen real del baño permitió eliminar la sobre dosificación, utilizando la calidad exacta de químicos y auxiliares, lo que permite disminuir los insumos utilizados en el proceso de teñido en la maquina JET en un 18123.53 kg/año que equivale a un ahorro de \$6443.02/año.
- Al aplicar la reutilización de baños del teñido se obtuvo una disminución de consumo de 215.12 kg/año de dispersante, 179.78 kg/año de ácido y 405.06 m³/año, que en total, equivale un ahorro de \$3440.81/año. De esta manera se disminuye el consumo de insumos, agua y descargas liquidadas.
- El análisis químico muestra claramente que la tecnología de reuso de insumos y productos químicos en la industria textil, no solo genera un impacto ambiental más benigno sino más rentable desde el punto de vista de disminución de costos de insumos de la empresa.
- Los resultados experimentales confirman la recomposición y reutilización de ácido, agua y dispersante. La inspección visual de las

muestras de teñido indicó que es posible obtener un teñido uniforme con este tipo de colorantes aun cuando los baños contengan sal y álcali al inicio de los ciclos de teñido.

8.2 Recomendaciones

8.2.1 Recomendaciones generales

- Textil La Merced debería fortalecer el programa de Producción Más Limpia ampliándolo a cada uno de los procesos de toda su industria y a la vez buscar la aplicación de estrategias como uso eficiente de recursos energéticos, uso eficiente de residuos y reciclaje, reducción de residuos y emisiones, etc.
- Se debe de identificar las opciones que permitan incrementar la eficiencia y establecer a su vez una adecuada gestión ambiental en la Textil La Merced, estas se pueden lograr con cambios pequeños en sus operaciones, que en algunos casos no requieren una inversión económica, sino un cambio de actitud y un correcto uso de información sobre los procesos productivos, sobre todo en las etapas del procesos que requieren mayor cantidad de agua, por ser este el principal problema ambiental en el sector textil.
- Al impulsar las estrategias de Producción Más Limpia nos permite un desarrollo sostenible, al incrementar la eficiencia en todos los campos y reducir a la vez los riesgos sobre los seres humanos y el medio ambiente.

8.2.2 Recomendaciones específicas (Técnicas Ambientales)

- Para llevar a cabo un correcto proceso de teñido se debe de tener una especial atención en el uso de la sal y el álcali, ya que la sal influye

mucho en la absorción del colorante y el álcali permite una mejor absorción del colorante en la fibra. Se recomienda analizar estos agentes en el agua residual del baño real y estudiar la posibilidad de su reutilización y reposición, ya que en este proyecto no fueron considerados ya que no afectaban el reuso experimental de baño del teñido.

- El área de teñido debería implementar un laboratorio de control de calidad, donde se estandarice el proceso de teñido a fin de eliminar los procesos defectuosos o inapropiados.
- Se recomienda establecer registros que garanticen el control de calidad y monitoreo de todas las buenas prácticas implementadas durante el proceso.
- Se debe establecer programas y procedimientos para capacitar de manera periódica a los trabajadores para la aplicación correcta de la Producción Más Limpia, se debe de tener un adecuado espacio de trabajo para la discusión de nuevas ideas entre los mismos trabajadores, ya que ellos son los que conocen de manera directa el proceso de trabajo.
- Es importante mencionar que hay mucho por hacer en la Textil La Merced, pues se identifican residuos específicos que pueden controlarse para mejorar la eficiencia económica y ambiental de la empresa. Sin embargo es necesario realizar un profundo análisis de todos los residuos sólidos y emisiones líquidas que aportan a las aguas residuales.

8.2.3 Recomendaciones para el uso eficiente de la energía

- Identificar las instalaciones fuera de norma y fallas de equipos, esta actividad se puede basar en los resultados de una auditoria de eficiencia de energía del proceso.
- Diseñar e implementar un programa de mantenimiento preventivo del sistema energético y limpieza o reparaciones de equipos y maquinas.
- Revisión y verificación de los motores según las especificaciones de su fabricante.
- Utilizar un nivel apropiado de iluminación en las diferentes actividades de la empresa.

8.2.4 Recomendaciones para el uso eficiente de residuos solidos

- Separar los residuos generados en base a sus características (origen, toxicidad y cantidad).
- Almacenarlos de acuerdo a sus características antes señaladas.
- Evaluar la posibilidad de crear subproductos derivados de sus desechos, como por ejemplo: bobinas plásticas, conos de hilo, conos de cartón, etc.
- Identificar gestores o empresas de reciclaje para el manejo y disposición de los desechos metálicos o desechos del mantenimiento

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarado, E. Lanza, G. & Sierra, O. (2009). Guía de producción más limpia para la industria textil. Honduras: Centro Nacional de Producción Más Limpia de Honduras.
- Borda, J. (2012). Control y aseguramiento de la calidad en una planta textil de 180 toneladas por mes de producción.
- Centrum (2012). Sector Textil en el Perú.
- CEPL (2005). Manual de Producción Más Limpia para la industria Textil, Quito.
- Conam (2004). Ley marco del sistema nacional de gestión ambiental.
- CPTS-GTPML-GRL-001 (2005). Guía técnica general de producción más limpia. Bolivia.
- D'Alesaandri R, M. (2012). Caracterización y tratamiento de agua residual proveniente de plantas de producción.
- Fernando, Danilo (2013). Optimización de la planta de tratamiento de aguas residuales industriales dqe una empresa textil.
- Gradim Santos, L. (2009). Estudio de mercado e identificación de oportunidades para prendas de vestir y accesorios de algodón, alpaca y mezclas en España, Reino Unido y Alemania. Proyecto UE-Peru/Penx
- Llive, W. (2012). Análisis y evaluación de una planta de tratamiento de aguas residuales de una industria textil.
- MINCETUR 2010. Evolución de la participación del PBI del sector de fabricación de textiles en el PBI Global
- MINCETUR 2013. Industria de la vestimenta y textiles en el Perú.
- Ortiz, J. (2011). Diseño de una planta de tratamiento de aguas residuales industriales para la empresa de lavados y procesos CORPOTEX. Memoria para optar al Título de Ingeniera Ambiental, Escuela de Ingeniería Ambiental, Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.

- Osorio, C. (2008). Cambio tecnológico y política ambiental. Análisis para la promoción de tecnologías limpias en el sector manufacturero.
- Perú Moda (2013). Industria de la vestimenta y textiles en Perú.
- Riquelme Sánchez M. y Marín M (1929). Química aplicada a la industria textil. Barcelona, España.
- Sinefa (2009). Reglamento de la ley N°29325. Ley del sistema nacional de evaluación y fiscalización ambiental
- Special Edition for Perú Moda (2014). Apparel and textiles industry in Perú
- Valdeperras, J. (1994). La Colorimetría Instrumental: Un auxiliar importante para Industria Textil. Boletín Intexter. Cataluña: Universidad Politécnica de Cataluña.
- Wlaters, A. & Johnston, P. (2005). Tratamiento de textiles y sus repercusiones ambientales.

ANEXOS

Anexo A

Cuadro 15

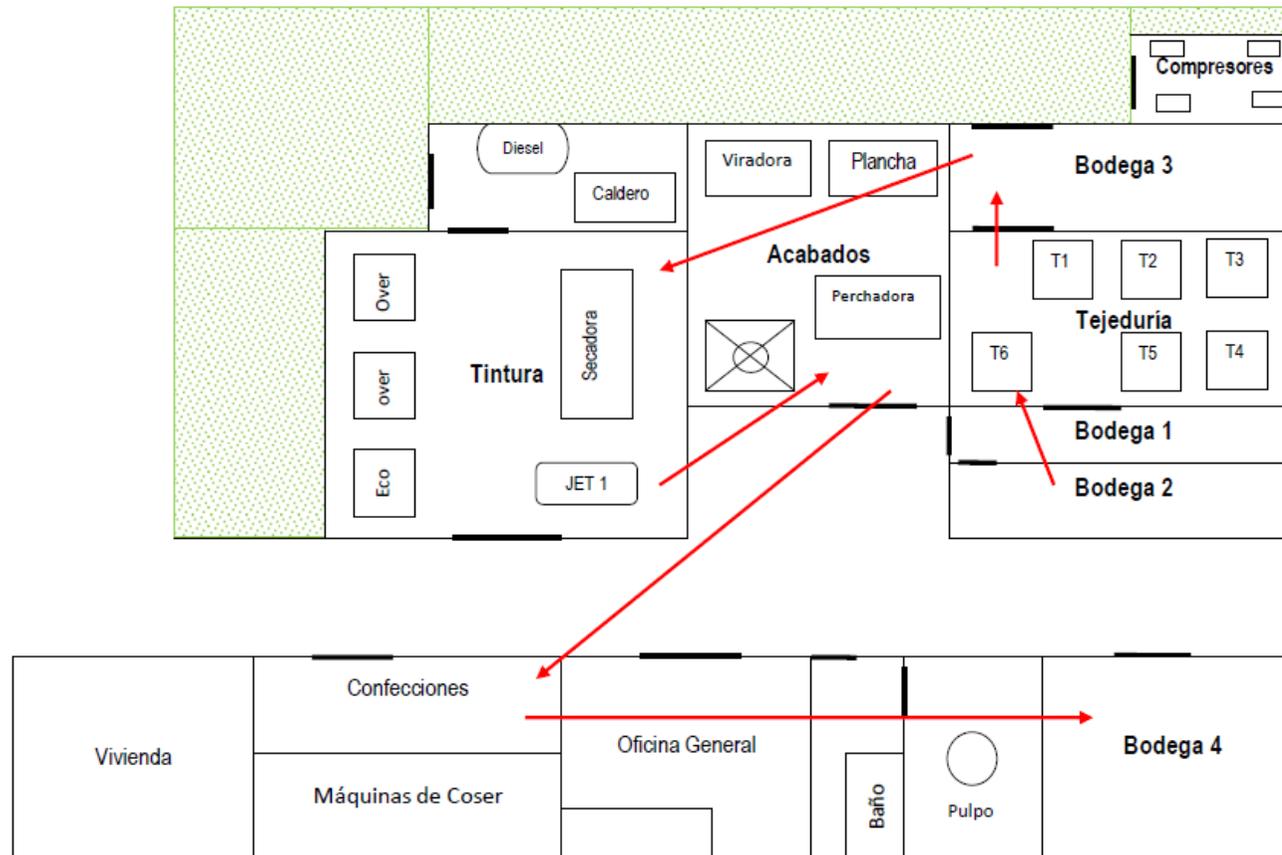
Informe de las características técnicas del hilo 18/1 algodón cardado

Características	Descripción
Título	Ne: 18/1 Nm:30
Procedencia	Anillos
Longitud de fibra	1.16
Alta torsión	3.8
Fibras/Sección	179
Coef. Fricción (parafina)	U 0.12
Irregularidad	55% Valores Máximos – Calificación Estándar Uster
Imperfecciones	-40% = 52% / -50% = 37% / +50% = 57%
Neps	40%
Promedio	46%
Tenacidad	90%
CV%	62%
Elongación	93%
Pilosidad	6.6%
Grado de suciedad	3

Fuente: Elaboración propia

Anexo B

Figura 12: Lay Out de la planta Textil La Merced S.A.



Fuente: Textil La Merced S.A.

Anexo C

Memoria de cálculo de la parte económica

Cuadro 16

Planilla de evaluación económica

Estudio del caso 1: disminución de consumo de químicos y auxiliares en la maquina JET

Situación actual	US\$	Unidad
Materia prima auxiliares de teñido JET	30240.43	Kg/año
Costo unitario de materia prima auxiliares	0.542	US\$/kg
Costo total de materia prima	16399.60	US\$/año
Generación de residuos		Kg/año
Costo unitario de disposición de residuos		US\$/kg
Costo total de disposición de residuos	0.00	US\$/año
Valor de venta de residuo		US\$/kg
Ingreso total de venta de residuo	0.00	US\$/año
Consumo de energía		kwh/año
Costo unitario de energía		US\$/kwh
Costo total de energía	0.00	US\$/año
Consumo de agua total		m ³ /año
Consumo unitario de agua		US\$/m ³
Costo total de agua	0.00	US\$/año
Generación de efluente	0.00	m ³ /año
Costo unitario del tratamiento de efluente	---	US\$/m ³
Costo total del tratamiento del efluente	0.00	US\$/año
Gastos de mantenimiento	0.00	US\$/año
Gastos de mano de obra	0.00	US\$/año
Gastos de otros insumos	0.00	US\$/año
TOTAL	16399.60	US\$/año

Gastos de inversiones	US\$
Inversión 1 = Medidor de caudal	250.00
Inversión 2 = Sensibilización de trabajadores	35.00
TOTAL	285.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 17

Planilla de evaluación económica

Estudio del caso 1 (Situación Esperada)

Situación Esperada	US\$	Unidad
Materia prima auxiliares de teñido JET	18123.53	Kg/año
Costo unitario de materia prima auxiliares	0.549	US\$/kg
Costo total de materia prima	9956.58	US\$/año
Generación de residuos		Kg/año
Costo unitario de disposición de residuos		US\$/kg
Costo total de disposición de residuos	0.00	US\$/año
Valor de venta de residuo		US\$/kg
Ingreso total de venta de residuo	0.00	US\$/año
Consumo de energía		kwh/año
Costo unitario de energía		US\$/kwh
Costo total de energía	0.00	US\$/año
Consumo de agua total		m ³ /año
Consumo unitario de agua		US\$/m ³
Costo total de agua	0.00	US\$/año
Generación de efluente	0.00	m ³ /año
Costo unitario del tratamiento de efluente	---	US\$/m ³
Costo total del tratamiento del efluente	0.00	US\$/año
Gastos de mantenimiento	0.00	US\$/año
Gastos de mano de obra	0.00	US\$/año
Gastos de otros insumos	0.00	US\$/año
TOTAL	9956.58	US\$/año

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 18
Flujo de caja Actual
 Caso 1

Detalle	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingresos por venta			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costos operacionales	-	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399
Materia prima (Químicos y auxiliares)		16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399
Generación de residuo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de energía		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de agua total		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Generación de efluente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mano de obra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de otros insumos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de caja liquido	-	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399	16399

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 19: Flujo de caja Esperado – Caso 1

Detalle	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Inversiones												
Inversión 1= Medidor de caudal	250											
Inversión 1= Medidor de caudal	35											
Trabajadores												
Ingresos												
Ingresos por venta			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costos operacionales												
Materia prima (Químicos y auxiliares)		9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8
Generación de residuo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de energía		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de agua total		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Generación de efluente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mano de obra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de otros insumos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de caja liquido	-	9956.8										

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 20

Flujo de caja Incremental

Caso 1

Detalle	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de caja esperado	285.00	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8	9956.8
Flujo de caja inicial	-	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6	19399.6
Diferencia líquida	285.00	644.3.02	644.3.02	644.3.02	644.3.02	644.3.02	644.3.02	644.3.02	644.3.02	644.3.02	644.3.02
Depreciación (-)	-	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
Intereses tributarios	-	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52	6414.52
Impuesto a la renta	-	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63	1603.63
Intereses líquido	-	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89	4810.89
Depreciación (+)	-	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5
Flujo de caja incremental	-285	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39	4839.39

Fuente: Elaboración propia

Información adicional

Inversión	\$285
Depreciación de inversión	10%
Tasa mínima de rentabilidad	12%
Impuesto a la renta	25%

Índices económicos

Periodo de recuperación del capital (en años)	0.06	En meses	0.71
Valor actual neto (VAN)	\$27.344		
Tasa interna de retorno (TIR)	1698%		

Cuadro 21

Planilla de evaluación económica – Estudio del caso 2: disminución de agua, ácido y dispersante

Situación actual	US\$	Unidad
Materia prima auxiliares de teñido JET	12212.55	Kg/año
Costo unitario de materia prima auxiliares	1.73	US\$/kg
Costo total de materia prima	2113.28	US\$/año
Materia prima auxiliares de teñido (ácido RB)	961.29	Kg/año
Costo unitario de materia prima auxiliares	0.96	US\$/kg
Costo total de materia prima	922.84	US\$/año
Generación de residuos		Kg/año
Costo unitario de disposición de residuos		US\$/kg
Costo total de disposición de residuos	0.00	US\$/año
Valor de venta de residuo		US\$/kg
Ingreso total de venta de residuo	0.00	US\$/año
Consumo de energía		kwh/año
Costo unitario de energía		US\$/kwh
Costo total de energía	0.00	US\$/año
Consumo de agua total	9590.71	m ³ /año
Consumo unitario de agua	0.72	US\$/m ³
Costo total de agua	6905.31	US\$/año
Generación de efluente	0.00	m ³ /año
Costo unitario del tratamiento de efluente	---	US\$/m ³
Costo total del tratamiento del efluente	0.00	US\$/año
Gastos de mantenimiento	0.00	US\$/año
Gastos de mano de obra	0.00	US\$/año
Gastos de otros insumos	0.00	US\$/año
TOTAL	9941.43	US\$/año

Fuente: Elaboración propia

Gastos de inversiones	US\$
Inversión 1 = Tanques de almacenamiento	1200.00
Inversión 2 = Bombas y accesorios	300.00
TOTAL	1500.00

Cuadro 22

Planilla de evaluación económica

Estudio del caso 2 (Situación Esperada)

Situación Esperada	US\$	Unidad
Materia prima auxiliares de teñido (dispersante)	4067.77	Kg/año
Costo unitario de materia prima auxiliares	1.73	US\$/kg
Costo total de materia prima	703.71	US\$/año
Materia prima auxiliares de teñido (ácido RB)	320.11	Kg/año
Costo unitario de materia prima auxiliares	0.96	US\$/kg
Costo total de materia prima	307.31	US\$/año
Generación de residuos		Kg/año
Costo unitario de disposición de residuos		US\$/kg
Costo total de disposición de residuos	0.00	US\$/año
Valor de venta de residuo		US\$/kg
Ingreso total de venta de residuo	0.00	US\$/año
Consumo de energía		kwh/año
Costo unitario de energía		US\$/kwh
Costo total de energía	0.00	US\$/año
Consumo de agua total	7623.95	m ³ /año
Consumo unitario de agua	0.72	US\$/m ³
Costo total de agua	5489.24	US\$/año
Generación de efluente	0.00	m ³ /año
Costo unitario del tratamiento de efluente	---	US\$/m ³
Costo total del tratamiento del efluente	0.00	US\$/año
Gastos de mantenimiento	0.00	US\$/año
Gastos de mano de obra	0.00	US\$/año
Gastos de otros insumos	0.00	US\$/año
TOTAL	6500.26	US\$/año

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 23

Flujo de caja Actual – Caso 2

Detalle	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingresos por venta			-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 2		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costos operacionales	-	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43
Materia prima: químicos y auxiliares de teñido (dispersante)		2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28	2113.28
Materia prima: químicos y auxiliares de teñido (ácido)		922.84	922.84	922.84	922.84	922.84	922.84	922.84	922.84	922.84	922.84
Generación de residuo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de energía		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de agua total		6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31	6905,31
Generación de efluente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mano de obra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de otros insumos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de caja líquido	-	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 24

Flujo de caja Esperado – Caso 2

Detalle	Año											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Inversiones												
Inversión 1= tanque de almacenamiento	1500											
Inversión 1= bomba y accesorios	300											
Trabajadores												
Ingresos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ingresos por venta			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Valor de venta residuo 1		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Costos operacionales												
Costos operacionales	-	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26	6550.26
Materia prima: químicos y auxiliares de teñido (dispersante)		703.71	703.71	703.71	703.71	703.71	703.71	703.71	703.71	703.71	703.71	703.71
Materia prima: químicos y auxiliares de teñido (ácido)		307.31	307.31	307.31	307.31	307.31	307.31	307.31	307.31	307.31	307.31	307.31
Generación de residuo		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de energía		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Consumo de agua total		5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24	5489.24
Generación de efluente		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mantenimiento		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de mano de obra		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastos de otros insumos		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Flujo de caja liquido	-	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 25

Flujo de caja Incremental – Caso 2

Detalle	Año										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Flujo de caja esperado	1500.00	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26	6500.26
Flujo de caja inicial	-	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43	9941.43
Diferencia liquida	1500.00	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17	3441.17
Depreciación (-)	-	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
Intereses tributarios	-	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17	3291.17
Impuesto a la renta	-	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79	822.79
Intereses liquido	-	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38	2468.38
Depreciación (+)	-	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
Flujo de caja incremental	-1500.00	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38	2618.38

Fuente: Elaboración propia

Información adicional

Inversión	\$1500
Depreciación de inversión	10%
Tasa mínima de rentabilidad	12%
Impuesto a la renta	25%

Índices económicos

Periodo de recuperación del capital (en años)	0.57	En meses	6.87
Valor actual neto (VAN)	\$14794		
Tasa interna de retorno (TIR)	175%		

Anexo D

Glosario

Análisis Técnico: Es la reunión y análisis de la información que permite, verificar la posibilidad técnica de fabricar el producto y determinar el efecto que tienen las variables del proyecto en su rentabilidad.

Análisis Económico: Analiza el rendimiento y rentabilidad de toda inversión independientemente de la fuente de financiamiento.

Análisis Ambiental: Analiza la cantidad de contaminación que se estima reducir.

Contaminación: Es la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellas, en concentración y permanencia superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente

Demanda química de oxígeno. (DQO): Es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza para medir el grado de contaminación y se expresa en mg O₂/litro.

Demanda bioquímica de oxígeno. (DBO): Es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación. Normalmente se mide transcurridos 5 días (DBO₅) y se expresa en mg O₂/litro.

Desarrollo Sustentable: Es el mejoramiento de la calidad de la vida humana dentro de la capacidad de carga de los ecosistemas; implica la satisfacción de las necesidades actuales sin comprometer la satisfacción de las necesidades de las futuras generaciones.

Desecho: Denominación genérica de cualquier tipo de producto residual o basura procedente de la industria, comercio, el campo o los hogares.

Diagrama de flujo: Tipo de representación de procesos que consiste en identificar las relaciones e interacciones entre procesos de la misma jerarquía, por medio de sus entradas, salidas, recursos y controles.

Disposición final: Forma y/o sitio de almacenamiento definitivo, o forma de destrucción de desechos.

Eficiencia: Es la capacidad administrativa de producir el máximo de resultados con el mínimo de recursos, el mínimo de energía y en el mínimo de tiempo posible. 215

Efluentes líquidos industriales: Los efluentes líquidos son residuos líquidos o residuos líquidos mezclados con sólidos, procedentes de las actividades industriales.

Estudio de Caso: Un proceso de investigación centrado en entender un fenómeno específico dentro de su contexto de la vida real, que por lo general comprende múltiples fuentes de información.

Impacto Ambiental: Cualquier cambio en el ambiente, ya sea negativo o beneficioso, total o parcial, resultante de las actividades productos o servicios de una organización.

Indicador Ambiental: Parámetro o valor derivado de ciertos parámetros que proporciona información sobre el estado del medio ambiente, describe dicho estado o se refiere a éste.

Límite permisible: Valor máximo de concentración de elementos o sustancias en los diferentes componentes del ambiente, determinado a través de métodos estandarizados y reglamentados a través de instrumentos legales.

Materia prima: Son los materiales extraídos de la naturaleza y que se transforman para elaborar bienes de consumo.

Medio Ambiente o Ambiente: El entorno del sitio en que opera una organización, incluyendo el aire, el agua, el suelo, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y su interrelación.

Mejora continua: Proceso recurrente de optimización del sistema de gestión ambiental para lograr mejoras en el desempeño ambiental global de forma coherente con la política ambiental de la organización.

Optimización de procesos productivos: Estudio y evaluación de procesos de producción y transmisión, análisis e informe de las propuestas para mejorar la calidad, reducir costos y obtener una cadena de valor óptima.

Proceso: Conjunto de actividades, eventos o fases de carácter consecutivo; estas se realizan o suceden de acuerdo con el orden, y con un determinado fin; entendiéndose que una fase no tiene sentido sin la resolución de la fase anterior.

Productos: Es cualquier cosa que se puede ofrecer a un mercado para satisfacer un deseo o una necesidad.

Período de Recuperación de Capital (PRC): Es el tiempo esperado de años que se requieren para recuperar la inversión original.

Rentabilidad: Rendimiento, ganancia que produce una empresa.

Residuos: Sustancia sólida, líquida o gaseosa resultante de la operación de producción, consumo y servicio; que no tiene más uso y se lo descarga directa o indirectamente a un cuerpo receptor, es decir a la atmósfera, el agua o el suelo.

Tasa Interna de Retorno (TIR): Es la tasa de descuento que iguala el valor actual de los flujos de efectivo esperados de un proyecto con el desembolso de la inversión.

Tecnología: Término general que se aplica al proceso a través del cual los seres humanos diseñan herramientas y máquinas para incrementar su control y su comprensión del entorno material.

Valor Actual Neto (VAN): Método utilizado para evaluar las propuestas de capital, basado en las técnicas del flujo de efectivo descontado.

Viabilidad: Es la cualidad de viable (que tiene) probabilidades de llevarse a cabo o de concretarse gracias a sus circunstancias o características.